БОТАНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ СССР

Том 18 1933 № 4

СОДЕРЖАНИЕ

I. ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

Стр.

С. Д. Львов и Е. В. Арциховская. Влияние углеводного голодания на содержание эфирных масел у майорана (*Origanum majorana*) и шалфея мускатного (*Salvia sclarea*) . . . . 219—239

М. С. Миллер. К вопросу усвоения нитратов, нитритов и аммиака высшими растениями (с 4 табл. кривых) . . . . 240—261

Л. С. Литвинов и М. А. Гудлет. О методах определения водоудерживающей и всасывающей сил почвы . . . . 262—273

М. М. Ильин. Новый вид рода *Salsola* L. как предполагаемый междуродовой гибрид . . . . 274—277

В. Б. Сочава. К истории флоры южной части азиатской Берингии . . . . 278—286

Л. З. Захаров. Сплавины кубанских плавень (с 2 рис.) . . . . 287—298

Л. Е. Родин. Типы степей Нижнего Заволжья . . . . 299—306

Н. А. Коновалов. К вопросу о геоботаническом изучении лесов . . . . 307—311

II. РЕФЕРАТЫ . . . . 312—314

III ХРОНИКА . . . . 315—316

СЕКТОР НАУКИ НАРКОМПРОСА РСФСР

ОГИЗ—ГОСУДАРСТВЕННОЕ МЕДИЦИНСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
ЛЕНИНГРАД 1933 МОСКВА

JOURNAL BOTANIQUE DE L'URSS

Tome 18 1933 **№ 4**

SOMMAIRE

I. ARTICLES ORIGINAUX Pages

Sergius Lwoff und Helene Arcichowskaja. Der Einfluss von Kohlenhydrathunger auf das Gehalt ätherischer Oele im *Origanum majorana* und *Salvia sclarea* 238

Maria Miller. To the question of the absorption of nitrate, nitrite and ammonia by the higher plants (with 4 fig.) 261

L. S. Litvinov and M. A. Goodlet. Method for determining the water-holding and suction forces of soils under field conditions 272

M. M. Jljin. Eine neue Art der Gattung *Salsola* L., ein vermutlicher Gattungs-Bastard 274

Victor Soczawa. Zur Geschichte der Flora des südlichen Teiles von Asiatisch-Beringien 285

L. Z. Zacharow. Die „Splaviny" der Bänke des Kuban-Flusses (mit 2 Abb.) . . 298

L. E. Rodin. Die Steppentypen des unteren Transwolgagebietes 305

N. A. Konowalov. Zur Frage über die geobotanische Erforschung der Wälder (russisch). 307

II. NOTES BIBLIOGRAPHIQUES 312

III. CHRONIQUE 315

Ботанический журнал СССР

Том 18 1933 № 4

Journal botanique de l'URSS

Tome 18 1933 № 4

СЕКТОР НАУКИ НАРКОМПРОСА РСФСР

ЛЕНОГИЗ — ЛЕНИНГРАДСКОЕ МЕДИЦИНСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО 1933

ФЗУ им. КИМ'а. Типография „Коминтерн", Ленинград, Красная ул., 1.

ТОМ 18 БОТАНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ СССР № 4 1933

TOME 18 JOURNAL BOTANIQUE DE L'URSS № 4 1933

С. Д. ЛЬВОВ и Е. В. АРЦИХОВСКАЯ

Влияние углеводного голодания на содержание эфирных масел у майорана (Origanum majorana) и шалфея мускатного (Salvia sclarea)

(Экспериментальная часть работы выполнена в отделе физиологии растений Никитского ботанического сада)

(Получено 3/VII 1933).

Быть может, ни в одной области растительной физиологии теория так не отстает от практики, как в области изучения эфирно-масличных растений. Эфирно-масличные растения были известны человеку и использовались для добывания из них ароматических веществ еще в доисторические времена. Торговля душистыми эссенциями и благовониями была широко распространена в странах древнего Востока, а позднее—Греции и Рима, где обычай пользоваться благовониями вошел в домашний обиход высших классов населения. Несомненно, что тогда уже были иввестны различные технические приемы для добывания эфирных масел из растений и их частичного фракционирования. С тех пор парфюмерная промышленность достигла весьма высокой ступени развития, использует для своих целей душистые растения самых отдаленных стран света и разработала сотни патентованных приемов для изготовления ароматических эссенций тончайшего качества.

Если таким образом практика по использованию эфирно-масличных растений может гордиться крупными, достигнутыми ею успехами, то совершенно нельзя того же сказать относительно теории вопросов, связанных с условиями образования, накопления и судьбы эфирных масел в растении.

Как образуются эфирные масла, за счет каких именно органических веществ они возникают, какую роль они играют в жизни растения, нужны ли они самому растению или являются для него лишь отработанным материлом, предназначенным к окончательному удалению из организма,—все это вопросы принципиальной теоретической важности, но до сих пор не получившие разрешения. По каждому из них, даже в новейшей литературе последних лет, можно встретить диаметрально-противоположные точки зрения, что и является выражением крайней недостаточности наших знаний в этой области.

Как известно, эфирные масла обычно содержатся в растении в особых вместилищах—железках, железистых волосках, небольших внутренних полостях и ходах различного происхождения, занимающих до известной степени обособленное положение среди живых тканей растения.

Такая локализация эфирных масел в анатомически резко отграниченных пунктах представляет собою довольно серьезный, хотя конечно и не решающего значения аргумент в пользу той точки зрения, что эфирные масла представляют собою уже отработанные, ненужные больше растению вещества, от которых оно, путем такой изоляции, и стремится возможно скорее освободить свои жизнедеятельные клетки. К этому нужно добавить, что эфирные масла отличаются летучестью, и даже нахождение их во вместилищах, прикрытых кутинизированной оболочкой, не предохраняет их от улетучивания в атмосферу. По расчетам Нилова (12), сделанным на основании его опытов по испаряемости эфирного масла живым растением в воздух, небольшой участок леса, состоящий из 1000 деревьев *Juniperus excelsa*, выделяет в сутки около 30 *кг* масла; а расчет для одного растения мяты показал ему, что за 40 дней оно должно потерять путем испарения нацело весь свой запас эфирного масла. Если тем не менее оно продолжает пахнуть, то лишь в силу непрерывного новообразования эфирных масел, непрекращающегося за все время вегетации. Таким образом эфирные масла фактически непрерывно удаляются вон из растения, что опять-таки является лишним аргументом в пользу теории, рассматривающей их как продукты отброса, ненужные больше для растения. У многих растений эфирные масла содержатся в особых головчатых волосках, слегка поднимающихся над поверхностью листьев, что должно содействовать их испарению.

Однако, очень большого значения этому аргументу (испаряемости) придавать не следует в виду того, что в общем испаряемость эфирных масел со стороны растения неособенно велика и совершенно не соответствует физическому коэфициенту летучести эфирного масла (по сравнению с соответствующим коэфициентом для воды и темпами ее транспирации): если бы растение стремилось возможно быстрее освободиться от эфирных масел, как ненужного балласта, оно легко могло бы выработать такие структурные приспособления, которые устранили бы самую возможность накопления эфирных масел в растении в сколько-нибудь ощутимых количествах. А между тем известно, что у многих растений содержание эфирного масла может достигать 2—2$^1/_2$%, считая на сырой вес. В других, правда, сравнительно редких случаях (семена некоторых зонтичных) содержание эфирного масла может доходить до 4—7%. И, наконец, как единичный образец беспримерно огромного накопления эфирных масел в растении, в литературе имеется указание на содержание эфирного масла в количестве 24% в нераспустившихся цветочных бутонах гвоздичного дерева с острова Мадагаскара (17,18). Возможно, что эфирное масло, если даже принять, что оно окончательно и безвозвратно вышло из внутреннего химического кругооборота, все же используется растением для тех или иных биологических целей (привлечение, благодаря запаху, насекомых в интересах оплодотворения цветка; химическая защита от поедания, изменение физических свойств ближайших слоев воздуха вокруг растения и т. п.), а потому растение и не стремится к быстрому и полному его устранению из своих тканей, а, наоборот, замедляя темп его испарения, поддерживает общий запас его на некотором уровне, обеспечивающем возможность удовлетворения этих биологических целей. Не входя в рассмотрение различных биологических теорий, стремящихся доказать полезное значение эфирных масел для растений, остановимся вкратце на основных аргументах той группы ученых, которые не склонны считать эфирные масла за простые продукты отброса, но держатся взгляда, что эфирные масла после своего образования и локализации в предназначенных для них вместилищах отнюдь не уходят из сферы воздействия живых клеток растения, но под их регулирующим влиянием, подобно другим органическим веществам, активная роль которых во внутреннем химическом метаболизме давно известна (углеводы, белки, жиры и т. п.), легко подвергаются различным химическим превращениям и могут снова вовлекаться во внутренний химический кругооборот в интересах растения, как целого.

В этом отношении особенное значение имеют обширные исследования французского химика Шарабо (Charabot) и его сотрудников (1). Шарабо детально изучил химический состав эфирных масел в различных органах целого ряда эфирномасличных растений в последовательные фазы вегетации и пришел к важному выводу, что этот химический состав неодинаков для различных органов и главное—не остается постоянным, но закономерно изменяется по мере развития растения. Так, в листьях, по мере их старения, происходит обычно этерификация терпеневых спиртов, если таковые (как, например, у мяты) входили в состав эфирных масел данного растения. В цветах же на первый план выступают окисленные формы терпеневых производных. В результате у мяты, например, в листьях, по мере их развития, уменьшается количество свободного спирта-ментола и возрастает содержание эфиров; а в цветах спирт-ментол постепенно уступает место ментону, как продукту окисления ментола.

Особенный интерес представляют опыты Шарабо (2) по искусственному воздействию на химический состав эфирных масел в листьях путем систематического устранения цветущих органов; при свободном развитии цветов масло листьев имеет иной состав, чем при устранении цветения. Шарабо придавал большое значение всем этим установленным им фактам, считая, что они доказывают глубокую и непосредственную связь эфирных масел с процессами химического кругооборота веществ внутри растения.

Позднейшие исследования вполне подтвердили наличие таких закономерных изменений в химическом составе масла по мере развития растения. Много дополнительных данных, подтверждающих эти выводы Шарабо, можно найти в работах (10) Нилова и его сотрудников (правда, не столько по химическому составу масла, сколько по изменению физических констант, что, конечно, стоит в связи с изменениями химического состава).

Из других русских работ можно указать на работы Сардановского (19) и Рихтера (16), которые довольно детально проследили закономерный ход изменений в содержании ментола, его эфиров и ментона в листьях и цветах мяты в различные периоды ее вегетации.

Нилов, склонный, подобно Шарабо, приписывать существенную роль эфирным маслам в жизни растения, придает большое значение этим закономерным изменениям в химическом составе эфирного масла, справедливо указывая, что такого типа превращения не могут с такою легкостью и скоростью осуществляться чисто химическим путем вне организма, — несомненно, здесь мы имеем дело с воздействием энзиматического аппарата; т. е. основным источником, откуда идут импульсы, регулирующие эти химические превращения, являются несомненно сами живые клетки растения, а, значит, эфирные масла сохраняют с ними прямую связь и могут, в случае надобности, быть использованы растением для тех или иных физиологических функций (10). Однако, здесь упускается из виду одно существенное обстоятельство. Нигде и никем до сих пор еще не было доказано, что эти изменения химического состава масла происходят в нем после окончательного выделения его из живых клеток в те вместилища, которые предназначены для его хранения. Возможно, что все основные свои превращения эфирные масла претерпевают еще до поступления сюда, пока они находятся еще в живых клетках, где и происходят с различными пластическими веществами те реакции, которые заканчиваются выделением эфирных масел, как ненужных больше отходов внутреннего метаболизма.

А так как направление и характер этих реакций могут быть весьма различны в зависимости от стадии развития растения, от физиологохимических особенностей органа, в котором протекают эти реакции, и, наконец, от взаимодействия между органами, то немудрено, что и побочные продукты таких реакций, в виде составных компонентов эфирных масел, будут обнаруживать за время вегетации растения известную эволюцию закономерного порядка (переход к более окисленным формам, дегидратацию с образованием эфиров и т. п.). И уже такие оформленные в химическом отношении продукты выделяются постепенно в изоляционные пункты хранения, почему находимые здесь при анализе эфирные масла и будут по своему химическому составу непрерывно меняться как в силу притока этих новых модификаций, так и улетучивания в воздух старых, поступивших сюда раньше.

Другой фактической основой, которая в еще более широкой степени используется в защиту точки зрения о физиологической ценности эфирных масел для самого растения, является зависимость содержания эфирных масел в листьях от стадии развития растения. В этом отношении наблюдается хорошо выраженная закономерность, обнаруженная впервые Шарабо и его сотрудниками на целом ряде растений (1), а позднее подтвержденная на новых примерах и многими другими исследователями. По мере развития листа, начиная с самой молодой его стадии, общее содержание в нем эфирных масел постепенно возрастает, но лишь до определенного момента, а именно начала цветения. За время усиленного развития цветочных органов количество эфирных масел в листьях заметно, а иногда очень резко убывает, но к концу цветения или по его окончании эта убыль приостанавливается, и начинается вторичный подъем. В общем, динамика колебаний в содержании эфирных масел за время вегетации (в листьях) выражается в форме двухвершинной кривой с более или менее глубоким провалом в период интенсивного развития органов цветения. О масштабе таких вариаций можно судить по следующему примеру, относящемуся к *Ocymum basilicum* и заимствованному из работы Шарабо и Лалу (Charabot et Laloue, 3 a).

Содержание эфирного масла в 1 экз.

	В листьях и стеблях вместе	В цветах	Всего в 1 экз.
4/VII	19,52 *мг*	—	19,52
21/VII	74,7 „	24,9	99,6
26/VIII	51,9 „	16,8	219,9
15/IX	102,9 „	68,7	171,6

Мы видим, что содержание эфирного масла в вегетативных органах отдельного растеньица сначала энергично нарастает, но, как только начинают распускаться цветы, оно сильно снижается. Наоборот, в цветах оно в этот период резко увеличивается, достигая максимума как-раз в тот момент, когда в вегетативных органах наблюдается минимум. Общее содержание масла в растении продолжает сильно возрастать исключительно за счет его накопления в цветах. Когда развитие цветов закончилось и растение вступило в стадию отцветания, содержание масла в цветах уменьшается более чем на половину, а в вегетативных органах наблюдается новый подъем (удвоение против прежней стадии), однако недостаточный, чтобы покрыть убыль, происходящую в цветах, вследствие чего общее количество масла в растении уменьшается.

Примерно такую же картину наблюдал и Нилов со своими сотрудниками по отношению к целому ряду исследованных им в Никитском саду эфироносных растений. Приведу один пример из его работы, относящийся к *Lavandula spica*.

Lavandula spica. Выход масла в процентах по весу на абсолютно сухое вещество

	Стадия образования колосков 10/VII	Стадия распускания колосков 4/VIII	Полное цветение 27/VIII	Созревание семян 5/X
Листья	0,975	0,660	1,805	1,460
Колоски	6,774	8,015	6,887	4,870

Мы видим и здесь, что в разгар цветения (распускание колосков) процентное содержание эфирного масла в листьях резко снижается против предшествующей фазы, а в колосках оно в это время, наоборот, достигает максимума и притом весьма высокого. В последующую фазу изменения идут, как и у Шарабо, в обратном направлении: в колосках процент масла падает, в листьях сильно повышается. Между листьями и цветочными органами наблюдается как бы антагонизм в процессе накопления эфирного масла.

Такую же картину изменений в содержании масла в листьях наблюдали Любименко и Фихтенгольц у различных исследованных ими видов мяты: увеличение к началу цветения, понижение ко времени полного расцвета и новое возрастание ко времени отцветания растения (8).

Таким образом, результаты работ целого ряда исследователей над самыми различными растениями настолько однородны, что самый факт антагонистического взаимоотношения листовых и цветочных органов в динамическом процессе накопления масла можно считать твердо установленным. Другое дело, какое объяснение можно дать этому факту. Мы остановились довольно детально на нем потому, что Шарабо, установивший впервые этот факт и давший в сущности в своих работах уже полную картину взаимоотношений между различными органами за время вегетации по динамике накопления в них эфирных масел, делает из этого факта чрезвычайно крупные выводы, вряд ли приемлемые с физиологической точки зрения. Он считает, что основным местом продукции эфирных масел являются хлорофиллоносные органы—листья, и отсюда эфирные масла вместе с другими пластическими веществами направляются к цветочным органам, когда они вступают в фазу своего энергичного формирования. На развитие своих репродуктивных органов растение в короткий срок расходует огромное количество органического материала, в том числе используются, по мнению Шарабо, и эфирные масла. Поэтому в период цветения в листьях и должны происходить усиленная мобилизация эфирных масел и переброска их к цветочным органам. Листья опорожняют к этому моменту свои запасы эфирных масел, и процентное содержание их здесь резко снижается, тогда как в цветах в той же степени повышается. Значительная часть транспортированного масла расходуется на образование цветов, но не до конца. Остаются излишки, которые с окончанием цветения возвращаются назад в листья, благодаря чему в последних происходит вторичный подъем содержания масла. Таким образом, по мнению Шарабо, эфирные масла являются запасными веществами того же типа, как жиры, белки, углеводы, и вместе с ними вовлекаются в новый химический кругооборот для выполнения тех или иных физиологических функций. Выступая с такими крупными физиологическими выводами, он совершенно не касается вопроса, каким же образом можно представить себе мобилизацию этих веществ при их чрезвычайно ничтожной растворимости в воде, доходящей у многих компонентов эфирных масел почти до нуля, при их изоляции в замкнутых вместилищах и при крайне трудно вообразимой для них возможности прохождения через плазму клеток. Его указания и расчеты на нахождение некоторого количества эфирных масел в перегонных водах, конечно, не в состоянии устранить всех этих затруднений по существу. Они настолько серьезны с физиологической точки зрения, что даже Нилов, в общем склонный, подобно Шарабо, признавать за эфирными маслами физиологические функции и отнюдь не согласный считать их за отбросы внутреннего метаболизма, выступает против этой теории Шарабо с решительной критикой, предлагая гораздо более простое и правдоподобное объяснение антагонизму листа и цветка в процессе накопления эфирного масла. Содержание эфирного масла в каждый данный момент представляет собою результат динамического соотношения двух противоположных процессов: улетучивания эфирных масел в атмосферу — с одной стороны, и их новообразования за счет каких-то пластических веществ внутри живых тканей растения — с другой стороны. В период формирования цветочных органов сюда должны быть переброшены содержащиеся в листьях пластические вещества. В результате, в листьях должны в сильнейшей степени ослабеть процессы новообразования эфирного масла за уменьшением содержания тех материнских веществ, из коих эти эфирные масла возникают. А так как процесс улетучивания эфирных масел продолжается прежними темпами, то в результате общее содержание эфирного масла должно понизиться. После прекращения цветения ток пластических веществ из листа к цветку замедляется, и новое соотношение динамики двух процессов вызывает снова увеличение содержания масла в листе.

При таком объяснении нет никакой необходимости прибегать к физиологически невероятной гипотезе массового передвижения самих эфирных масел, но вместе с тем упраздняется один из важнейших аргументов в пользу физиологического истолкования их роли в жизни растения.

Нужно еще заметить, что во многих старых работах, судя по описанию приемов сбора растительного материала для отгонки эфирных масел, не всегда обращалось достаточно строгое внимание на его физиологическую однородность. При весьма грубой методике количественного определения эфирного масла, для загрузки перегонного куба обычно приходилось брать каждый раз весьма значительное количество анализируемого материала, — килограмм, два и даже больше. При таких крупных пробах материал брался часто подряд с участка, и сбор его нередко поручался простым техническим работникам, т. е. производился без всякого физиологического контроля. Между тем состав листьев в течение летнего сезона, в особенности к осени, мог существенно меняться. К концу вегетации старые, нижерасположенные листья могли совсем опадать, и процентное соотношение между листьями разных возрастов в позднейших сборах могло быть совсем иное, чем в более ранних. А с возрастом листа содержание в нем эфирного масла заметно меняется. Кроме того, у многих растений, особенно на юге, иногда наблюдается к осени после спада летних жаров и наступления более влажной погоды возобновление развития новых листьев: пробы этого периода, взятые с растения целиком без учета возрастного состава листьев, могут оказаться более „молодыми“, чем предшествующие. Вторичный подъем содержания эфирного масла в листьях под конец вегетации (при отцветании), быть может, в некоторой степени связан и с этой причиною. Насколько разнороден материал, поступавший в перегонный аппарат при последовательных анализах, видно особенно из огромных колебаний в содержании воды в листьях за сравнительно короткие интервалы времени. Колебания эти сплошь и рядом настолько велики и беспорядочны, что с физиологической точки зрения никак не могут быть приняты за реальные. Достаточно для иллюстрации привести один пример (10). Среднее содержание воды в листьях („средняя влажность“) у *Rosmarinus officinalis*, по данным таблицы Нилова (стр. 34-35), составляло:

19/VII	52,84%
26/VII	47,95 „
2/VIII	53,78 „
9/VIII	48,17 „
17/VIII	39,23 „
16/IX	49,71 „

Причины таких крупных, физиологически совершенно непонятных колебаний в состоянии влажности листьев нужно искать или в физиологической неоднородности последовательных съемок, в которых, при недостаточном контроле за сбором материала, могло в широких границах варьировать процентное соотношение между листьями различного возраста в каждой отдельной пробе, или же в совершенно неодинаковом подсыхании материала к моменту нагрузки его в перегонный куб и взятия навесок для учета влажности. И то и другое обстоятельство не могли не оказать известного влияния и на учитываемое количество эфирного масла. При огромных навесках, какие требуются при обычной грубо-технической методике перегона (килограмм и больше), обеспечить подбор физиологически однородного материала чрезвычайно трудно даже при хорошем контроле. Но поэтому и к выводам о зависимости динамики содержания эфирных масел от хода вегетации растения приходится относиться с большой осторожностью.

Таким образом, анализ основных аргументов, которые выдвигались в литературе в пользу признания за эфирными маслами физиологической ценности для самого растения и возможности дальнейшего использования эфирных масел растением, показал нам, что эти аргументы не достаточно убедительны, связаны с методическими недочетами при постановке опытов, а поэтому не дают решения вопроса.

С другой стороны, в новейшей литературе имеются работы, авторы которых решительно отвергают возможность вторичного использования эфирных масел со стороны растения и принимают их за окончательно отработанные продукты внутреннего метаболизма, растению более ненужные. Так, в работе 1929 г. Н. Н. Иванов, В. Ф. Григорьев и А. И. Ермаков (5) показали, что 14—20-дневные проростки аниса, выращенные из семян в темноте, содержат в себе столько же эфирного масла, сколько его было в исходных семенах. Никакой убыли эфирного масла за этот срок не наблюдалось, не взирая на энергично протекавшие процессы роста и дыхания. Авторы поэтому заключают, что эфирные масла являются для растения продуктами отброса и не имеют для него физиологической ценности.

К той же точке зрения присоединяется и Л. А. Иванов в своем сводном обзоре 1931 г. (6).

В. Н. Любименко (8, 9) не склонен считать эфирные масла за продукты отброса в обычном понимании этого слова. Если бы они были продуктами отброса при различных процессах переработки органических веществ внутри растения, тогда, заключает автор, необходимо было бы ожидать известного соответствия между накоплением сухого вещества и накоплением эфирного масла в тканях растения. Между тем, опыты Любименко над разными растениями показали ему, что прямой пропорциональности здесь не наблюдается. Наоборот, максимум накопления эфирных масел обычно приурочивается к той стадии развития органа, когда его рост приостанавливается, как это особенно рельефно показано Пигулевским в его исследованиях над содержанием эфирного масла в хвое сосны на разных фазах ее развития (14, 15). Любименко приходит к выводу, что образование эфирных масел представляет собою специализированный физиологический процесс, стоящий особняком. Но в чем же именно состоит эта физиологическая роль эфирных масел, хотя бы и узкоспециализированная, и могут ли они вторично вовлекаться в химический кругооборот вещества внутри растения,—этих вопросов автор, по существу, не касается.

На основании нашего краткого обзора основных руководящих работ по вопросу о возможности вторичного использования эфирных масел растением приходится констатировать, что в литературе не имеется единства мнений по этому вопросу. Крупные разногласия, которые, наоборот, приходится здесь отметить, несомненно связаны прежде всего с крайней недостаточностью внимания, которое уделялось до сих пор этой проблеме со стороны физиологов. Чисто физиологические работы над эфироносными растениями крайне немногочисленны, в литературе преобладают работы или агротехников, или чистых химиков, которые только попутно могли касаться по существу чуждых им в методическом отношении физиологических проблем.

Воспользовавшись нашим пребыванием в Никитском ботаническом саду весной и летом 1929 г., мы провели в течение этого сезона небольшое исследование над двумя эфироносными растениями, накопляющими эфирные масла не только в цветах, но и в листьях. Чтобы подойти к выяснению основного интересовавшего нас вопроса о возможности для растения использовать накопленные в нем эфирные масла для процессов внутреннего метаболизма, нам казалось всего целесообразнее—вызвать в опытных растениях на тех или иных стадиях его развития острый кризис питания, перевести его в состояние резко выраженного углеводного голодания. Надо было ожидать что, находясь в таких условиях, растение, исчерпав свои основные продовольственные ресурсы, вынуждено будет, хотя бы в виде суррогата, приняться за переработку накопленных ранее эфирных масел, если только таковые вообще доступны такой переработке и могут снова вовлекаться во внутренний химический кругооборот.

В качестве объектов были избраны душица (*Origanum majorana*) и шалфей мускатный (*Salvia sclarea*). Рассада однородного материала для посева была получена нами от Отдела технических растений, которому мы выражаем здесь свою благодарность за его любезность.

Растения выращивались в вегетационных сосудах на шиферной почве с 6% лесного компоста, при влажности в 65% от полной влагоемкости почвы по одному растению на сосуд. Сосуды по количеству были заготовлены в избытке в том расчете, чтобы потом, при сортировке сосудов по опытным сериям, была возможность подбирать возможно более однородный материал. Метод выращивания опытных растений в вегетационных сосудах вместо участка опять-таки был избран для повышения однородности материала. Это важно было особенно потому, что для количественных определений эфирного масла мы, вместо старых приемов отгона из огромных количеств сырого материала, решили использовать микрометод Нилова мокрого сожжения (хромовой смесью). Навеска для анализа составляла обычно около 5 *г* сырого вещества, и нужно было обеспечить условия, гарантирующие, что эта навеска представляет собою действительно среднюю пробу.

Самые опыты проводились таким образом.

Когда растения достаточно подросли, в последовательные моменты вегетации отбиралось каждый раз по 15 сосудов с возможно более однородно развитыми растениями. Из них 3 сосуда шли немедленно в анализ, а остальные 12 разделялись на две группы по 6, причем опять таки обращалось внимание на то, чтобы обе группы сосудов по составу своих растений были возможно более сходны между собою. Одна из этих двух групп сосудов прикрывалась большим ящиком, и здесь в темноте растения находились все время днем для устранения возможности фотосинтеза. Другие шесть сосудов стояли рядом с первыми в вегетационном домике, но в условиях нормального освещения. Выдерживание в темноте опытных растений продолжалось до 14 дней — за это время брались для анализа две пробы, первая промежуточная обычно дней через 5 — 8, вторая в конце опыта, т. е. через 14 суток. При каждой съемке отбиралось по 3 сосуда как из-под ящика, так и из нормальных условий. Отобранные растения переносились в лабораторию, там быстро срезались, причем отдельно собирались листья и отдельно соцветия. Для тех и других брались вдвойне возможно более однородные навески на определение содержания воды и особо — на учет эфирного масла. Количественное определение эфирного масла производилось, как уже было упомянуто, методом мокрого сожжения по Нилову (11): из навески в 5 *г* сырого веса, помещенной в стеклянный микроприемник особого устройства, масло отгонялось с минимальным количеством водяного пара через серию последовательно расположенных пробирок, наполненных кр. H_2SO_4, которая и задерживала проходящие пары эфирных масел. Затем в особом стеклянном аппаратике эта серная кислота сливалась в особую колбу, куда приливался раствор хромового ангидрида. Подвергаясь воздействию образовавшейся таким образом хромовой смеси, масло количественно сжигалось до CO_2, и последняя пропускалась через ряд пробирок с титрованным раствором барита. По уменьшению титра барита можно было расчитать общее количество образовавшейся при сожжении эфирного масла углекислоты, и уже, исходя из него, сделать расчет на само эфирное масло. Для этого расчета нужно знать процентное содержание углерода в данном эфирном масле. Оно чаще всего колеблется (для эфирных масел разного происхождения) от 75 до 80%. В виду того, что процент содержания углерода в масле, извлекаемом из одного и того же растения, хотя и при разных условиях, подвергается сравнительно незначительным колебаниям, а также в виду того, что нас интересовало не абсолютное содержание масла в данном растении и в данном его органе, а лишь изменения в его количестве под влиянием углеводного голодания (т. е. в условиях затемнения по сравнению с контрольными растениями), то мы вообще не производили таких пересчетов, и в печатаемых ниже таблицах приводятся лишь числа, выражающие собою количество углекислоты, полученной при сожжении и выраженной в процентах к сухому весу данной навески.

В условиях затемнения, т. е. под темным ящиком, опытные растения выдерживались до 14 суток. В течение этого срока растения должны были довольствоваться исключительно накопленными раньше углеводами, процесс фотосинтеза был приостановлен. В таких условиях, у этих растений, по сравнению с контрольными, должен был вскоре же от начала опыта обнаружиться кризис продовольственных запасов, все более обостряясь к концу двухнедельного голодания. Как быстро может происходить в темноте истощение углеводных запасов, можно судить, в виде примера, по работе Parkin'a (13) с подснежником: через одни только сутки пребывания в темноте содержание сахаров в листьях понизилось с 25,48 до 17,96%, т. е. без малого на целую треть. Нужно было поэтому ожидать, что по мере развития и обострения этого продовольственного кризиса, опытные растения от потребления углеводов перейдут к использованию других органических веществ, содержащихся в растении, поскольку эти вещества вообще пригодны к использованию растением хотя бы в моменты крайней нужды. Если эфирные масла могут вообще вовлекаться во вторичный химический кругооборот, мы должны ожидать, что процент углекислоты, учтенной при сожжении эфирных масел, извлеченных из опытных растений, должен снизиться по сравнению с контрольным растением. В противном случае мы должны будем признать, что даже голодающее растение не в состоянии пользоваться своими эфирными маслами, что будет служить лишним аргументом в пользу точки зрения, отрицающей за эфирными маслами какое-либо физиологическое значение.

Относительно состояния наших растений в условиях длительного затемнения нужно отметить, что душица выносила его довольно хорошо (судя по внешнему виду растений), и лишь к концу двух недель обнаружилось легкое пожелтение самых нижних листьев.

Что касается шалфея, то на него затемнение действовало сильнее: первые признаки пожелтения можно было отметить уже на 8—9-й день опыта, а к концу второй недели процесс зашел дальше: у некоторых экземпляров старые листья начинали отмирать, а молодые обнаружили некоторые признаки этиолирования (вытягивание в длину).

Как уже сказано, пробы брались не только в конце опыта, но также в середине его, на 5—9-й день от начала затемнения, когда никаких признаков угнетения еще не было заметно. При подборе проб для анализа использовались главным образом листья средней формации, которые и к концу опыта имели наиболее нормальный вид.

С *Origanum majorana* опыт был проведен за лето три раза в стадиях: 1) появления бутонов (29/VII—5/VIII), 2) полного расцвета (14/VIII—28/VIII) и 3) созревания семян (1/X—16/X).

С *Salvia sclarea*, в виду более медленного развития этих растений, опыт за лето удалось провести всего два раза: 1) все листья молодые (1/VIII—9/VIII), 2) часть листьев отмерла, или с явственно выраженной желтизной к концу опыта (2/X—18/X).

У душицы отдельно анализировались листья (отделенные от стеблей) и соцветия. Стебли, в виду ничтожного содержания в них эфирных масел, анализу не подвергались.

Шалфей на первом году развития находился все время в вегетативной стадии, почему данные таблицы относятся исключительно к листьям.

Как видно из описания нашей методики, постановка вопроса у нас по существу была близкой к тем опытным условиям, в которых проводилась выше упомянутая работа Н. Н. Иванова и его сотрудников, опубликованная в конце 1929 г. и ставшая нам известной лишь по окончании нашего экспериментального исследования. Существенное отличие в постановке наших опытов состояло в том, что мы вызывали углеводное голодание во взрослом растении на разных фазах его развития, тогда как Н. Н. Иванов имел дело исключительно с молодыми проростками в первой фазе их развития из семян в темноте. Поэтому в качестве объектов мы избрали растения, накопляющие эфирные масла преимущественно в листовых органах и образующие их непрерывно за время вегетации, между тем как Н. Н. Иванов имел дело с более специализированным случаем зонтичных растений, у которых в вегетативных органах эфирное масло почти совершенно отсутствует, и накопление его почти исключительно приурочивается к семенам. Процесс образования эфирного масла в наших растениях идет непрерывно через весь цикл их развития, почему точки соприкосновения этого процесса с другими жизненными функциями растения здесь гораздо шире и разнообразнее, и здесь скорее можно было бы обнаружить использование эфирного масла на тех или иных путях внутреннего метаболизма, если бы таковое использование вообще было возможно.

Результаты наших опытов сгруппированы в следующих 8 таблицах, из которых первые три относятся к листьям душицы, следующие три—к соцветиям того же растения, а последние две—к листьям шалфея.

ТАБЛИЦА 1

Origanum majorana. 29/VII—5/VIII. Листья. Стадия бутонизации

Дата съемки	Процент сухого остатка		Содержание эфирного масла (по CO_2) на сырой вес				Содержание эфирного масла (по CO_2) на абсол. сухой вес			
			Контроль		Опытн. (в темн.)		Контрольные		Опытн. (темн.)	
	Контр.	Опытные (в темноте)	Парал. гонки	Среднее из двух	Парал. гонки	Среднее из двух	Парал. гонки	Среднее из двух	Парал. гонки	Среднее из двух
29/VII	26,56	—	1,61 1,29	1,45	—	—	6,06 4,86	5,46	—	—
5/VIII	24,81	16,56	1,10 0,98	1,04	1,79 1,54	1,67	4,44 3,94	4,19	10,81 9,30	10,06

В этом опыте растения (душица) были погружены в темноту 29/VII и находились в ней в течение семи суток до 5/VIII. Контрольные растения находились рядом в нормальных условиях освещения. Вид растений, и опытных и контрольных, к концу опыта вполне нормальный. Пребывание в темноте вызвало значительное повышение содержания влажности в листьях; процент сухого остатка у затемненных растений составляет всего 16,5 против 24,8 у контрольных. За семь суток отсутствия фотосинтеза должно было произойти сильное истощение питательных ресурсов у затемненных растений, и тем не менее мы не только не видим у них уменьшения в содержании эфирных масел по сравнению с контрольными, а наоборот—наблюдается явственно, а в данном опыте даже резко выраженное его увеличение при расчете на абсол. сухой вес: 10,06% против 4,19 и 5,46% у контрольных.

При анализах здесь, как и во всех дальнейших опытах, брались по две параллельных навески в целях определения величины погрешности, присущей использованному нами микрометоду. Метод Нилова является довольно сложным для выполнения и требует хорошего навыка. Как всякий микрометод, он связан с бо́льшими процентными ошибками, чем макрометоды. Мы видим, что расхождения между параллельными анализами довольно значительны, однако разница между опытными и контрольными растениями по содержанию в них эфирного масла оказалась так велика, что она далеко выходит за пределы этих колебаний и удерживает поэтому все свое реальное значение. Кроме того—и это не менее существенное обстоятельство—эта разница как в этом опыте, так и во всех последующих, всегда и неизменно, без единого исключения, направлена в одну сторону, почему ее нельзя считать за результат индивидуальных вариаций, в каковом случае различия между опытными и контрольными порциями должны были бы колебаться вокруг среднего уровня в противоположные стороны.

По своему основному колориту результаты второго опыта однородны с предыдущим. Опять-таки и здесь не наблюдается никакого

ТАБЛИЦА 2

Origanum majorana. Листья. 14/VIII—28/VIII. Стадия полного расцвета

Дата съемки	Процент сухого остатка		Содержание эфирного масла (по CO_2) в проц. на сырой вес				Содержание эфирного масла (по CO_2) в проц. на абс. сух. вес			
			Контроль		В темноте		Контроль		В темноте	
	Контр.	В темноте	Парал. гонки	Среднее	Парал. гонки	Среднее	Парал. гонки	Среднее	Парал. гонки	Среднее
14/VIII	22,12	—	1,06 0,93	1,00	—	—	4,79 4,20	4,50		
19/VIII	21,97	18,44	1,41 1,24	1,33	1,11	1,11	6,39 5,69	5,99	6,02	6,02
28/VIII	27,94	19,0	0,79 0,88	0,84	1,23 1,22	1,23	2,82 3,15	2,99	6,47 6,42	6,45

уменьшения в содержании эфирного масла у растений, находившихся в темноте, хотя срок пребывания в темноте был удлинен в этом опыте до 14 суток. Растения выглядели вполне нормально, за исключением самых нижних листьев, слегка подернутых желтизной в конце опыта (у затемненных растений). При второй съемке количество эфирного масла у опытных растений фактически одинаково с контрольными. При третьей съемке у затемненных растений оно опять-таки, как и в первом опыте, немного выше, чем у нормальных (6,45% против 2,90%), но в виду значительного и не совсем ясного по своим причинам понижения в содержании эфирного масла за вторую половину опыта у самих контрольных растений (с 5,99 до 2,99%), считать всю эту огромную разницу за вполне закономерную норму было бы пока преждевременно. Во всяком случае опять приходится повторить, что и в новой фазе развития (стадия полного расцвета), когда, по мнению Шарабо, эфирные масла из листьев широким потоком направляются в репродуктивные органы на построение распускающихся цветов, никакого потребления эфирных масел со стороны растения не наблюдается, не взирая на истощение органических запасов за время двухнедельной приостановки процесса фотосинтеза.

ТАБЛИЦА 3

Origanum majorana. Листья. Стадия созревания 1/X—15/X

Дата съемки	Процент сухого остатка		Содержание эфирного масла (по CO_2) в проц. на сырой вес				Содержание эфирного масла (по CO_2) в проц. на абс. сух. вес			
			Контроль		В темноте		Контроль		В темноте	
	Контр.	В темноте	Парал. гонки	Среднее	Парал. гонки	Среднее	Парал. гонки	Среднее	Парал. гонки	Среднее
1/X	32,0	—	1,25 1,04	1,15			3,91 3,25	3,58		
9/X	28,82	19,89	0,939	0,939	0,885 0,717	0,801	3,26	3,26	4,39 3,61	4,00
16/X	27,70	20,41	0,649 1,095	0,87	1,164 1,171	1,168	2,34 3,95	3,15	5,71 5,75	5,73

В этом октябрьском опыте растения находились уже в заключительной фазе своего развития — стадии созревания семян. Общее содержание эфирного масла в контрольных листьях ниже, чем в предыдущие фазы развития (3—3,5% против 4—6% в предыдущих двух опытах). Таким образом прекращение цветения и переход к наливу и созреванию семян не вызвал в листьях нового подъема в накоплении эфирных масел, как это отмечалось в опытах Шарабо и других авторов. Что касается влияния темнового режима, то эффект его здесь по существу тот же, как и на более молодых стадиях развития: 8 и 15-суточное пребывание в темноте не только не уменьшило в листьях содержания эфирного масла, а, наоборот, снова привело к его увеличению (4% против 3,26% при первой съемке и 5,73% против 3,15% — при второй).

Таким образом, и в стадии созревания семян, когда должно происходить особенно энергичное использование всех доступных органических материалов, искусственно вызванная приостановка фотосинтеза на 16 суток не в состоянии была создать импульса для утилизации эфирных масел; в этот ответственнейший период, когда ставится под угрозу судьба нового поколения, находясь в условиях длительного голодания, которое должно было вызвать острый кризис всех основных продовольственных ресурсов, растение тем не менее не трогает своих эфирных масел, они и здесь остаются в стороне, недоступные вторичной переработке.

В следующих трех опытах анализу были подвергнуты соцветия душицы. Если эфирные масла, накопляемые в листьях, не могут быть использованы растением здесь же на месте внутри самих листьев, не могут быть также, вопреки утверждениям Шарабо, переброшены в развивающиеся органы цветения, то, быть может, растение окажется способным утилизировать при формировании цветов и созревании семян те эфирные масла, которые находятся тут же, так сказать, под рукою, — в самых соцветиях.

В следующих трех таблицах содержатся результаты анализов соцветий душицы в те же три последовательные фазы развития: стадию бутонизации, стадию полного расцвета и стадию созревания семян.

ТАБЛИЦА 4

Origanum majorana. Соцветия. Стадия бутонизации 29/VII—5/VIII

Дата съемки	Процент сухого остатка		Содержание эфирного масла (по CO_2) в проц. на сырой вес				Содержание эфирного масла (по CO_2) в проц. на абс. сух. вес			
			Контроль		В темноте		Контроль		В темноте	
	Контр.	В темноте	Парал. гонки	Среднее	Парал. гонки	Среднее	Парал. гонки	Среднее	Парал. гонки	Среднее
29/VII	25,0		2,27 2,20	2,24			9,08 8,80	8,94		
5/VIII	23,11	18,71	1,32 1,36	1,34	2,20 2,39	2,30	5,71 5,88	5,08	11,76 12,77	12,27

Как и в случае листьев той же стадии (см. опыт 1-й), мы и здесь в соцветиях получили после выдерживания в темноте наиболее высокую цифру содержания эфирного масла (12,27% на абс. сух. вес), значительно превосходящую соотв. цифру для контрольной порции.

В опыте 5-ом для затемнения растений имеются данные лишь для второй съемки (19.VIII). Полученная цифра (5,35%), как и во всех других опытах, превосходит соответствующие цифры, характеризующие содержание эфирного масла в контрольных растениях (3,10—3,53%).

ТАБЛИЦА 5

Origanum majorana. Соцветия. Стадия полного расцвета. 14/VIII—28/VIII

Дата съемки	Процент сухого остатка		Содержание эфирного масла (по CO_2) в проц. на сырой вес				Содержание эфирного масла (по CO_2) в проц. на абс. сух. вес			
			Контроль		В темноте		Контроль		В темноте	
	Контр.	В темноте	Парал. гонки	Среднее	Парал. гонки	Среднее	Парал. гонки	Среднее	Парал. гонки	Среднее
14/VIII	26,74		0,96	0,88			3,59	3,29		
			0,80				2,99			
19/VIII	25,82	21,51	0,75	0,80	1,15	1,15	2,90	3,10	5,35	5,35
			0,85				3,29			
28/VIII	21,56		0,76	0,76			3,53	3,53		

ТАБЛИЦА 6

Origanum majorana. Соцветия. Стадия созревания семян 1/X—16/X

Дата съемки	Процент сухого остатка		Содержание эфирного масла (по CO_2) в проц. на сырой вес				Содержание эфирного масла (по CO_2) в проц. на абс. сух. вес			
			Контроль		В темноте		Контроль		В темноте	
	Контр.	В темноте	Парал. гонки	Среднее	Парал. гонки	Среднее	Парал. гонки	Среднее	Парал. гонки	Средние
1/X	33,72	—	1,39	1,46			3,91	4,21		
			1,52				4,51			
9/X	37,52	27,07	1,63	1,54	1,79	1,65	4,35	4,10	6,63	6,09
			1,44		1,50		3,85		5,55	
16/X	37,53	30,69	1,12	1,07	1,95	2,00	3,00	2,85	6,35	6,50
			1,01		2,04		2,69		6,65	

По отношению к эфирному маслу, содержащемуся в соцветиях, длительное пребывание в темноте вызывает тот же эффект, как и в листьях: содержание его после 7—15-дневного голодания не только не уменьшается, а, наоборот, как и в листьях, в той или иной мере возрастает. Особенно резко это возрастание сказывается в стадии образования бутонов, но достаточно ясно выражено и в стадии полного расцвета, а также при созревании семян. Как синтетические, так и диссимиляционные процессы (дыхание) достигают в репродуктивных органах максимального напряжения. За сравнительно короткие сроки в них должны происходить массовые превращения самых разнообразных веществ как углеводного. так и азотистого характера, и углеводное голодание, доведенное в шестом опыте до 15 суток, должно было бы вызвать мобилизацию всех органических материалов, хотя бы суррогатного типа, какие только растение способно использовать в эти критические моменты своего существования. И однако мы видим. что эфирные масла остаются в стороне от этого кругооборота, не уменьшаясь в своем количестве, почему и здесь, по отношению к соцветиям, мы должны повторить наш основной вывод о непотребляемости эфирных масел растением.

Шарабо считал, что формирование цветов в значительной мере идет за счет эфирных масел, как пластического материала, используемого на строительные цели. Наши опыты с соцветиями в условиях углеводного голодания в трех последовательных фазах их развития решительным образом говорят против такого утверждения.

В следующих двух таблицах собраны результаты наших опытов с листьями другого растения—шалфея мускатного (*Salvia sclarea*). Как уже упоминалось, это растение развивалось медленно и в течение всего лета оставалось на вегетативной стадии развития, не переходя к цветению. Объект оказался не особенно удачным по относительно низкому содержанию в ней эфирного масла: если в листьях душицы по расчету на сырой вес, содержание эфирного масла обычно составляло выше 1% (как всегда у нас—по расчету на CO_2, получаемую при сожжении эфирного масла) и очень редко и лишь незначительно спускалось ниже единицы,—то в листьях шалфея оно в максимуме достигало 0,3%, в октябре понизилось до 0,15%, а в отдельных случаях уменьшалось до таких ничтожных пределов, что даже микрометод Нилова не давал возможности произвести его точный учет, и в таблице в одном случае его содержание характеризуется пометкой „следы", Тем не менее, и здесь—для шалфея мускатного—не удалось обнаружить какого бы то ни было потребления эфирного масла в темноте, как это видно из последующих двух таблиц.

ТАБЛИЦА 7

Salvia sclarea. Листья (молодые) I/VIII—9/VIII

Дата съемки	Процент сухого остатка		Содержание эфирного масла (по CO_2) в проц. на сырой вес				Содержание эфирного масла (по CO_2) в проц. на абс. сух. вес			
			Контроль		В темноте		Контроль		В темноте	
	Контр.	В темноте	Парал. гонки	Среднее	Парал. гонки	Среднее	Парал. гонки	Среднее	Парал. гонки	Среднее
I/VIII	17,15		следы	следы			следы	следы		
9/VIII	20,24	13,04	0,335 0,247	0 291	0,414 0,369	0,392	1,66 1,12	1,39	3,17 2,83	3,00

Результаты опыта совершенно аналогичны полученным раньше с душицей: у растений, содержавшихся 8 суток в темноте, количество эфирных масел по сравнению с контрольными не меньше, а опять-таки больше (3% на абс. сухой вес против 1,39%). Количество эфирных масел за 8 суток опыта, с I/VIII по 9/VIII, увеличилось и в молодых контрольных листочках на свету, и в опытных в темноте. Если это не случайность (на этом вопросе мы сейчас не останавливаемся), то приходится сделать вывод, что маслообразовательный процесс, по крайней мере в молодых развивающихся листьях, может происходить и в темноте при полном отсутствии света (вероятно только не очень длительное время).

Опыт 8-ой был продлен до 18/X, но так как к этому сроку у значительного числа листьев затемненных растений обнаружилось явственно выраженное пожелтение, мы не включили в таблицу последних анализов (хотя и здесь было зарегистрировано бо́льшее содержание эфирного масла в темноте против контрольных растений). За 10 дней опыта (с 2/X по 12/X) содержание эфирного масла у контрольных растений осталось, примерно, на одном уровне (0,140 и 0,154 по сырому весу и 0,667 и 0,718 по абс. сухому). Для затемненных растений, к сожалению, не было произведено определения сухого остатка, почему непосредственно сравнивать можно только цифры по сырому весу: к 12/X они оказались для контрольных и опытных растений одинако-

ТАБЛИЦА 8

Salvia sciarea. Более взрослые листья 2/X—18/X

Дата съемки	Процент сухого остатка		Содержание эфирного масла (по CO_2) в проц. на сырой вес				Содержание эфирного масла (по CO_2) в проц. на абс. сух. вес			
			Контроль		В темноте		Контроль		В темноте	
	Контр.	В темноте	Парал. гонки	Среднее	Парал. гонки	Среднее	Парал. гонки	Среднее	Парал. гонки	Среднее
2/X	20,19	—	0,143 0,136	0,140			0,710 0,624	0,667		
12/X	21,44	Неопределенно	0,142 0,165	0,154	0,173 0,135	0,154	0,665 0,770	0,718	Неопре	деленно

выми—0,154%. Но так как процент сухого остатка в темноте, как видно из других примеров двух последних таблиц и из данных с душицей, весьма значительно понижается по сравнению с контролем, то ясно, что равенство цифр опять-таки говорит о значительном преобладании эфирного масла у затемненных растений по сравнению с контрольными при расчете на сухое вещество. В августовском опыте процент сухого остатка к 9/VIII составлял у затемненных растений $13^0/_0$ против $20^0/_0$ контрольных. Если принять и здесь такое же соотношение, процент эфирного масла на абсолютно сухое вещество должен у затемненных растений составлять свыше $1^0/_0$ против $0{,}718^0/_0$ для контрольных, т. е. примерно в $1^1/_2$ раза больше.

Таким образом, и здесь с шалфеем результат получается тот же, как и в опытах с душицей: длительное пребывание в темноте вызывает не уменьшение, а, наоборот—увеличение в содержании эфирного масла.

Таким образом, все 8 серий наших опытов над двумя эфироносными растениями дали вполне однородные результаты, дающие нам право сделать общее заключение, что эфирные масла не могут быть использованы растением для вторичной переработки в интересах питания, не могут даже тогда, когда растения поставлены в условия длительного голодания, острого продовольственного кризиса. Если даже в таких критических условиях растение не трогает своих эфирных масел, не взирая на исключительно высокое содержание в них углерода (до 80%) и ничтожное содержание кислорода, что говорит об огромной калорийной ценности этих химических продуктов,—то, естественно, напрашивается общий вывод, что эфирным маслам вообще не свойственны какие бы то ни было физиологические функции, и они, замкнутые в свои более или менее изолированные вместилища, не имеют никакого контакта с внутренней физиологией живого растения, представляя собою окончательно отработанные отбросы, ненужные больше растению. В опытах с базиликом Шарабо и Гебер (Charabot et Hebert, 3) пытались доказать, что в условиях лишения света, т. е. как и у нас, в условиях углеводного голодания, растение теряет свои эфирные масла, играющие, по их мнению, такую же запасную роль, как и углеводы. Действительно, в их опытах отдельное растеньице базилика увеличило на свету за два месяца вегетации (июль и август) общий запас своих эфирных масел с 20 *мг* до 220, между тем как опытное, находившееся все время в полной темноте, уменьшило его с тех же 20 *мг* до 12,5 *мг*. Эта убыль в 7,5 *мг* за 2 месяца и служит, по мнению Шарабо, доказательством способности растения использовать свои эфирные масла в качестве запасных питательных веществ. Опыт такой продолжительности не может, однако, служить доказательством чего бы то ни было. За 2 месяца пребывания в темноте растения должны были прийти в состояние полной дегенерации, старые листья должны были при этом отмереть и засохнуть, теряя свои эфирные масла, а на смену им возникнуть новые листья в состоянии полной этиолизации, и анализы от начала и конца такого опыта вряд ли могут быть сравнимы между собой в каком бы то ни было отношении.

В заключение необходимо остановиться на обсуждении возможных причин того возрастания в содержании эфирных масел (при расчете в процентах от абсолютно сухого веса), которое мы неизменно наблюдали у наших растений после их выдерживания в темноте.

В следующей (9-й) таблице сведены вместе результаты всех наших опытов по этому вопросу.

ТАБЛИЦА 9

Влияние выдерживания в темноте на содержание эфирного масла у душицы и шалфея

Объект	Орган	Стадия развития растения	Содержание эфирного масла (по CO_2) в %% от абс. сух. веса		
			Начальное	После первого периода пребывания в темноте	После второго периода пребыван. в темноте
Origanum majorana	Листья	Стадия бутонизации	5,46	10,06	—
„		Стадия полного расцвета	4,50	6,02	6,45
»		Стадия созревания семян	3,58	4,00	5,73
»	Соцветия	Стадия бутонизац.	8,94	12,27	—
»		Стадия полного расцвета	3,29	5,35	—
»		Стадия созревания семян	4,21	6,09	6,50
Salvia sclarea	Листья	Молодые	Следы	3,00	—
		Более взрослые	0,67	свыше 1 %	—

Всюду в темноте наблюдается, при расчете на абсолютно сухой вес, увеличение в содержании эфирного масла, в отдельных случаях весьма значительное, — особенно для листьев в стадии бутонизации. К концу опыта содержание эфирного масла увеличивается на треть и даже на половину против исходного количества, а в листьях стадии бутонизации количество его фактически удвоилось. Обратного случая (уменьшения) в наших опытах не было зарегистрировано ни разу.

Действительно ли в темноте может происходить, хотя бы в течение первого периода, усиленное новообразование эфирных масел, или же зарегистрированные нами при выдерживании в темноте повышенные выходы эфирного масла можно объяснить каким-либо иным путем?

Нужно считаться прежде всего с тем, что при расчетах на абсолютно сухой вес имеется некоторая условность. Сухой вес не представляет собою константной величины, и, если одни из его компонентов за время опыта уменьшаются, а другие остаются без изменения, то последние при расчете на сухой вес, чисто арифметически будут теперь составлять более высокий процент, чем раньше. Такое соотношение в условиях наших опытов должно было иметь место: убыль углеводов при отсутствии фотосинтеза должна была чисто механически привести к уменьшению сухого веса, и прежнее количество эфирного масла, если оно даже и не подверглось никаким изменениям за время опыта, должно теперь выражаться более высоким процентом. Однако, этой причиной объяснить в наших опытах всю величину возрастания эфирного масла у выдерживаемых в темноте растений было бы невозможно. Ориентировочные анализы углеводов в листьях и соцветиях душицы нам показали, что общее количество всех углеводов (растворимых сахаров и крахмала) не превышает 12—15% от сухого веса в листьях и 9—12% в соцветиях. По данным Parkin'а (13), подтвержденным и в новейшей литературе (20), запасные углеводы быстро расходуются в темноте только до известного предела (в опытах Parkin'а с подснежником, примерно, лишь наполовину), а остаточная часть стойко сохраняется, не подвергаясь почти никакому дальнейшему уменьшению (дыхание при этом в сильной степени ослабляется и, по заключению Блэкмана, становится „плазматическим"). Если принять убыль сухого веса в наших опытах за счет расходования углеводов в 10% (это будет заведомое преувеличение), то в силу этой причины количество эфирных масел в процентном выражении от сухого веса могло бы увеличиться чисто арифметически примерно на одну десятую от исходного количества, а оно у нас фактически возрастало на одну треть, на половину и даже почти удваивалось.

Другой причиной, которая могла бы вести к повышению содержания эфирного масла у растений в темноте по сравнению с контрольными, быть может, является ослабление процесса улетучивания эфирного масла в атмосферу при устранении света.

К сожалению, мы пока совершенно не располагаем какими бы то ни было данными о том, как отражаются внешние факторы на энергии испарения эфирных масел со стороны живого растения. Во всяком случае влияние этих факторов должно здесь сказываться совершенно иным образом, чем при транспирации, так как эфирные масла не смачивают, в отличие от воды, внешних оболочек клеток, и их подчиненность влиянию внешних факторов должна проявляться в гораздо более слабой степени. Вряд ли опять-таки этой причиной можно объяснить все различие в содержании эфирных масел между нашими опытными и контрольными растениями. Возможно поэтому, что основную причину этого различия мы должны искать более глубоко — в том особом направлении биохимических процессов, которое должно установиться в растении при длительном пребывании его в темноте. В этих условиях происходит не только убыль углеводов, как ближайшее последствие приостановки фотосинтеза, но вместе с тем и целый ряд других крупных сдвигов, захватывающих самые разнообразные стороны внутреннего химизма растения, и среди них прежде всего приходится вспоминать об усиленном распаде белков при длительном лишении растения света. Мы не знаем до сих пор, за счет каких именно веществ, углеводного или белкового типа, происходит образование эфирных масел в растении. Некоторые ориентировочные опыты, правда, весьма эпизодического характера, изложенные одним из нас в другой работе (7), заставляют нас несколько скептически отнестись к углеводной гипотезе происхождения эфирных масел. Увеличение эфирных масел в наших условиях убыли углеводов также, повидимому, говорит против этой гипотезы. Если принять белковую гипотезу в том ее варианте, который связывает образование основных компонентов эфирных масел с реакциями распада белковых веществ, тогда, быть может, в этом усиленном распаде белков и следует искать основную причину добавочного накопления эфирных масел у наших растений, находившихся 1—2 недели в темноте. По данным Мотеса (Mothes, 21), сравнительно непродолжительное пребывание в темноте (всего несколько суток) уже вызывает огромную убыль белкового азота в листьях. Так, в листьях *Vicia faba* за 6 дней пребывания в темноте количество протеинового азота уменьшилось с 91 до 67%; в другом опыте за 8 суток с 87 до 57%; у желтого лупина за 5 суток с 96 до 66% и так далее. В наших растениях при 8—15-суточном пребывании в темноте должны были происходить столь же, если не более, энергичные процессы распада белков с массовым накоплением аминокислот и продуктов их дезаминирования, и, быть может, здесь и должны были зародиться импульсы к усиленному образованию эфирных масел. В своей недавней работе (9) В. Н. Любименко выступает в защиту углеводной гипотезы происхождения эфирных масел, ссылаясь на опыты своих сотрудников, показавшие ему, что в условиях анаэробиоза, когда, при невозможности полного сгорания, должно происходить усиленное накопление продуктов первичного разложения углеводов, вместе с тем наблюдается некоторое увеличение эфирных масел по сравнению с контрольной порцией. По поводу этих опытов и сделанного из них заключения нужно однако заметить, что влияние анаэробиоза сказывается не только по линии углеводного обмена, но и во многих других направлениях; в частности, по данным того же Мотеса (21), в листьях в условиях анаэробиоза опять-таки происходит усиленный распад белков (так, например, в листьях *Phaseolus multiflorus* за 3 дня анаэробиоза количество белкового азота понизилось с 89,5 до 72,7%). Таким образом и опыты В. Н. Любименко, подобно нашим, можно было бы при желании привести в согласование с белковой гипотезой происхождения эфирных масел.

Однако наши знания о процессе образования эфирных масел в растении настолько скудны и эпизодичны, что делать выбор между различными гипотезами было бы в настоящее время совершенно нереальной задачей. Для этого необходимы специальные, методически обоснованные исследования, которые далеко выходят за рамки нашей работы.

Ботанический институт
Академии наук СССР.

ЛИТЕРАТУРА

1. Charabot et Gatin: Le parfum chez la plante. Paris, 1908. — 2. Charabot et Hebert. Bull. de la Soc. chim. de Paris, 33, 1121, 1905. — 3. Charabot et Hebert. Bull. de la Soc. chim. de Paris, 33, 580, 1905. — 3a. Charabot et Laloue. Там же, стр. 236. — 4. Демьянов Н. Я., Нилов В. И. и Вильямс В. В. Эфирные масла, их состав и анализ. 1930. — 5. Н. Н. Иванов, В. Ф. Григорьева и А. И. Ермаков. О содержании эфирного масла при процессах созревания и прорастания. Труды прикл. бот., том 21, вып. 4, 1929, стр. 321. — 6. Л. А. Иванов. Научные основания техники подсочки сосны. Труды по лесному опытному делу, вып. 1, 1930 г., сектор физиологии и экологии древесных пород. — 7. Львов С. Д. О влиянии минеральных катионов и анионов на продукцию эфирных масел у розмарина. Труды Бот. ин-та Акад. наук, серия 4-я, Экспериментальная ботаника, вып. 1-й 1933. — 8. Любименко В. Н. и Фихтенгольц С. С. Об условиях образования эфирных масел у растений. Изв. Научн. ин-та Лесгафта, 1, 148, 1919. — 9. Любименко В. Н. До питання про фізіологічні умови утворення етерових олій у запашних рослин. Труди укр. инстит. прикладноі ботаніки, том 1, стр. 257, 1930. — 10. Нилов В. И., Вильямс В. В. и Михельсон Л. А. О превращениях эфирных масел в растениях. Записки Никитского бот. сада, том 10, вып. 3, 1929. — 11. Нилов В. И. К вопросу о количественном определении эфирного масла в малых навесках. Научно-агр. журнал, т. 5, 1928, стр. 819. — 12. Нилов В. И. О количественных определениях эфирных масел, испаряемых живым растением на воздух в связи с выяснением роли этих веществ. Научно-агроном. журнал, т. 5, 1928, стр. 810. — 13. Parkin. The carbohydrates of foliage leaf of the Snowdrop (*Galanthus nivalis*) and their bearing on the first Sugar of photosynthesis. Biochem. Journal, 6, 1—47, 1911. — 14. Пигулевский Г. В. и Владимирова В. В. К выяснению процесса образования смол у хвойных. Ж. Р. Х. О. 1925. стр. 325. — 15. Они же. К выяснению процесса образования эфирного масла у хвойных. Там же, стр. 359. — 16. Рихтер А. А. Зависимость выходов и состава мятно-перечного масла от внешних факторов. Юбил. сборник, посвящ. И. П. Бородину, 1927. — 17. Рутовский Б. Н. Эфирные масла, том I, 1931. — 18. Рутовский Б. Н. Эфирные масла и как их добывают. Москва. 1933. —

19. Сардановский М. В. Накопление эфирного масла в перечной мяте. Фармац. ж. Харьков, 1929, № 1. — 20. Stiles and Leach. Respiration in Plants. London. 1932. — 21. Mothes. Ein Beitrag zur Kenntniss des N-Stoffwechsels höherer Pflanzen. Planta, 1, 472, 1926.

SERGIUS LWOFF und HELENE ARCICHOWSKAJA

Der Einfluss von Kohlenhydrathunger auf das Gehalt ätherischer Oele im Origanum majorana und Salvia sclarea

(Der experimentelle Teil der Arbeit in der Abteilung für Pflanzenphysiologie des Nikitski Botanischen Gartens ausgeführt)

Zusammenfassung

Eine Reihe von Autoren ist der Ansicht, dass die ätherischen Oele für die Pflanze keineswegs Endprodukte ihres inneren Stoffwechsels darstellen, sondern im nötigen Moment in der einen oder anderen Form in den inneren Kreislauf der chemischen Stoffe so oder anders wiederhineingezogen und für die pflanzlichen Lebensprozesse ausgenützt werden können.

Die literärische Einleitung gibt die Hauptargumente der Anhänger dieses Standpunktes wieder, und nach deren kritischen Erwägung kommen die Verfasser der vorliegenden Abhandlung zu dem Schluss, dass diese Argumente keine ausreichende Beweiskraft besitzen und in der Mehrzahl der Fälle sich auf Versuche gründen, welche an methodischen Mängeln leiden und deshalb verschiedene Deutungen zulassen.

Um Klarheit in diese Frage zu bringen, erscheint es am zweckmässigsten in der Pflanze eine akute Ernährungskrise hervorzurufen, indem man dieselbe in einen scharf ausgeprägten Hungerzustand versetzt. Es ist zu erwarten, dass unter solchen Verhältnissen die Pflanze nach Erschöpfung aller ihrer Hauptnährstoffshilfsmittel gezwungen sein wird, sei es nur als Surrogat, an die Verarbeitung ihrer bisher aufgespeicherten ätherischen Oele zu schreiten, falls dieselben einer solchen Verarbeitung überhaupt zugänglich sind und aufs neue in den inneren chemischen Kreislauf hineingezogen werden können.

Die Versuche wurden im Sommer des Jahres 1929 mit *Origanum majorana* und *Salvia sclarea* angestellt, welche in Vegetationsgefässen unter optimalen Bodenbewässerungsverhältnissen aufgezogen worden waren. Nachdem die Pflanzen genügend herangewachsen waren, wurde ein Teil der Gefässe mit gleichartig geratenen Pflanzen zum Schutz gegen das Licht mit einer grossen Kiste bedeckt; ein anderer Teil — die Kontrolle — blieb daneben im Licht. In der Dunkelheit, mit dem Aufhören der Photosynthese, mussten die Pflanzen ihre Nährstoffvorräte intensiv aufbrauchen, in erster Reihe die Kohlenhydrate. Nach bestimmten Zeiträumen (eine Woche, 2 Wochen), wenn bei unseren Objekten in der Dunkelheit eine akute Zunahme der Nahrungskrisis zu erwarten war, wurden die Pflanzen einer Analyse auf den Gehalt ätherischer Oele — im Licht und in der Dunkelheit — unterworfen. Bei *Origanum* wurden die Blätter und Blütenstände apart analysiert, bei *Salvia* nur die Blätter (erstes Jahr, nicht blühende Exemplare). Solche Analysen wurden an *Origanum* drei Mal in Laufe des Sommers während verschiedener Vegetationsperioden wiederholt, u. z. während der Stadien der Blütenknospenbildung, der vollen Blüte und der Samenreife; an *Salvia*, deren Entwicklung in bedeutend langsamerem Tempo vor sich ging, nur zwei Mal, d. h. mit jüngeren und mit mehr ausgewachsenen Blättern.

Die Ergebnisse der Analysen sind in Form von 8 Tabellen zusammengefasst, von denen die ersten drei den Blättern von *Origanum majorana* in ihren drei aufeinander folgenden Entwicklungsphasen gewidmet sind; drei weitere den Blütenständen derselben Pflanze während derselben Perioden und schliesslich die zwei letzteren den jungen und reiferen Blättern von *Salvia sclarea*.

Die Menge des in der zur Analyse genommen Probe enthaltenen ätherischen Oels wurde nach Nilov's Methode bestimmt, d. h. durch nasses Verbrennen mit Chromsäure in entsprechenden Apparaten, und wurde ausgedrückt in Gewichtseinheiten der Kohlensäure, welche auf Kosten des verbrannten im ätherischen Oel enthaltenen Kohlenhydrats entsteht. In den Tabellen ist die bei der Analyse festgestelle Kohlensäure in Prozenten im Verhältnis zum frischen und darauf zum absoluten Trockengewicht der Pflanze ausgedrückt, zuerst für die Kontrolle (die im Licht stehenden Pflanzen) und sodann für die Versuchspflanzen (die eine oder andere Zeitlang verdunkelten).

Die Ergebnisse der Analyse erwiesen sich in allen Fällen als völlig gleichartig und gestatten die allgemeine Schlussfolgerung, dass ungeachtet des andauernden durch Verbleiben in Dunklen hervorgerufenen Hungerns die Pflanze die aufgespeicherten Oele nicht angreift. Der Gehalt derselben weist unter diesen Verhältnissen nicht nur keine Abnahme auf, sondern zeigt sogar die Tendenz zu weiterer Zunahme. Die Ergebnisse der Versuche waren in dieser Beziehung für beide Pflanzen vollständig übereinstimmend, was sowohl die Blätter wie die Blütenstände betrifft, u. z. für *Origanum majorana* in allen drei untersuchten Entwicklungsstadien (der Blütenknospenbildung, vollen Blüte und Samenreife). Charabot ist der Ansicht, dass bei Blütenbildung ein erhöhter Verbrauch von ätherischem Oel stattfinden muss, desjenigen sowohl das in den Blüten selbst enthalten ist als auch des von den Blättern zugeführten. Wenn eine solche Auffassung richtig wäre, so müssten wir erwarten, dass im Stadium der Blüte (d. h. unseren zweiten Stadium) unter dem Einfluss des andauernden Kohlenhydrathungers eine besonders starke Abnahme des Gehalts an ätherischen Oelen sowohl in den Blüten als in den Blättern stattfinde. Unsere Versuche erweisen, dass in Wirklichkeit nichts ähnliches geschieht. Ebenso erfolgt bei andauerndem Hungern keine Abnahme von ätherischem Oel während des Stadiums der Samenreife, wo wiederum ein besonders energischer Abbau der Nährstoffe statthaben muss. Auf Grund der Ergebnisse unserer Versuche müssen wir die Hypothese einer Möglichkeit wiederholter Ausnutzung der aufgespeicherten ätherischen Oele durch die Pflanze entschieden zurückweisen und vom Standpunkt der inneren Physiologie der Pflanze dieselben als endgültig abgearbeitete, einer neuen Verarbeitung unzugängliche Produkte des inneren Stoffwechsels betrachten, deren die Pflanze in diesem Sinne nicht mehr bedarf. Bei allen unseren Versuchen mit beiden Objekten machten wir die Beobachtung, dass nach dem Verbleiben im Dunklen die Menge des ätherischen Oels nicht nur keine Abnahme, sondern im Vergleich zu dessen ursprünglicher Quantität, bei Berechnung seines Prozentsatzes im Verhältnis zum absoluten Trockengewicht, sogar eine beträchtliche Zunahme aufweist. Die Daten, welche diese Erscheinung kennzeichnen, sind in Tabelle 9 summarisch zusammengestellt.

Im Schlussteil der Arbeit wird die Frage nach den möglichen Ursachen dieser weiteren Ansammlung ätherischer Oele in der Dunkelheit erörtert. Die Zunahme mag zum Teil einen rein formellen Charakter tragen, insofern in der Dunkelheit eine Abnahme des absoluten Trockenrest, im Verhältnis zu welchem der Prozentsatz berechnet wurde, stattfindet. Zum Teil mag sie durch die verminderte Verflüchtigung der ätherischen Oele in Pflanzen, die gegen Licht geschützt sind, bedingt sein. Es besteht aber auch die Möglichkeit, dass dieselbe mit einer neuen Richtung der biochemischen Prozesse in den sich im Dunklen befindenden Pflanzen zusammenhängt. Unter solchen Verhältnissen muss ein Zerfallen der Eiweisstoffe in erhöhtem Masse stattfinden, und es kann sein, dass die Produkte dieses Zerfalls das Material für eine nachträgliche Bildung neuer Mengen ätherischen Oels liefern.

ТОМ 18 БОТАНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ СССР № 4 1933

TOME 18 JOURNAL BOTANIQUE DE L'URSS № 4 1933

М. С. МИЛЛЕР

К вопросу усвоения нитратов, нитритов и аммиака высшими растениями

С 4 табл. кривых

(Получено 19/IV 1933).

Ассимиляции азота высшими растениями посвящено не мало отдельных исследований, из которых особого внимания заслуживают недавние работы Прянишникова, Костычева, Варбурга и Клейна, много способствовавшие выяснению этого вопроса. Тем не менее, еще до сих пор окончательно не установлены ни промежуточные продукты, через которые идет редукция нитратов до органического соединения, ни место их возникновения.

Появление промежуточных продуктов при нитратном питании растений наблюдалось многими исследователями. Так, еще Годлевский (1900 г.) и Набоких (1903 г.) обнаружили присутствие нитритов в чистых культурах высших растений. Позднее Риттер (1) подтвердил образование нитритов, экспериментируя с плесневыми грибами на растворах с нитратами. Варбург (2) в своих опытах с культурой зеленой одноклеточной водоросли *Chlorella* на нитратной смеси также наблюдал редукцию нитратов. В качестве продукта восстановления их он находил в растворе аммиак; нитриты же наблюдались только при отсутствии кислорода или при действии наркоза. Варбург полагает, что появление аммиака и нитритов обусловливается двумя различными процессами, причем редукция до аммиака является физиологическим процессом, образование же нитритов — простой химической реакцией. Костычев (3) при выращивании на нитратах культуры плесневых грибов, получил также в качестве промежуточного продукта не только азотистую кислоту, но и аммиак, который, как ему удалось доказать, не являлся следствием дезаминирования. Клейн (4), изучая ассимиляцию азота высшими растениями в стерильных условиях на нитратном питании, находил нитриты только в растворах, аммиак же—и в растворе и в корнях опытных растений; при этом в тех культурах, где кроме обычных питательных солей вносился сахар, было найдено мало нитритов и очень много аммиака, в культурах же без сахара, наоборот — мало аммиака и много нитритов. Клейн объясняет это тем, что сахар доставлял необходимую энергию для редукции нитритов, и последние, таким образом, не накоплялись. Об эндотермическом характере редукции нитратов упоминает также и А. Смирнов (5), полагая, что для данного процесса в самом растении необходимая энергия может быть получаема за счет сгорания углеводов. По мнению Клейна, обнаружившего в корнях опытных растений также и аминокислоты, отсутствующие в питательном растворе, описанная редукция нитратов является энзиматическим процессом. Он подтверждает это экспериментально, выделив энзим как из питательного раствора, так и из корней, который in vitro произвел в стерильной питательной среде редукцию нитратов до NO_2 и NH_3. В процессе работы **Клейн** пришел к заключению, что, вследствие трудности расшифровывания данного явления у высших растений, нужно начинать изучать его у низших организмов, и вторую работу по ассимиляции нитратов он произвел, подобно **Костычеву**, с плесневыми грибами. На основании полученных экспериментальных данных **Клейн** (6) приходит к заключению, что редукция нитратов идет следующим образом: $NO_3 \rightarrow NO_2 \rightarrow NH_3 \rightarrow RNH_2$, при этом ни один из промежуточных продуктов при нормально идущей реакции не накапливается. Автор дает очень интересное и небезосновательное объяснение накоплению промежуточных продуктов. Он говорит, что образование различных продуктов редукции стоит в связи со степенью нарушения внешними условиями течения вышеприведенной реакции. При сравнительно небольшом нарушении накапливаются аминокислоты, при бóльшем обнаруживаем уже аммиак, а при еще бóльшем — NO_2. Таким образом, факт накопления одного из промежуточных продуктов говорит о ненормально идущей ассимиляции азота, о задержке дальнейшей переработки аминокислот. Основываясь на своих предыдущих исследованиях, **Клейн** продолжает считать процесс редукции нитратов явлением энзиматического характера. Автор высказывается за экзоэнзиматический процесс, считая невозможным экзосмос аминокислот из клеток корня.

Таким образом, судя по литературным данным, установленным фактом является только сама редукция нитратов во внешней среде, протекающая через нитриты до аммиака, в случае высших растений, и до аминокислот — в случае грибов. Взгляды же различных исследователей на эти промежуточные ступени редукции нитратов далеко не одинаковы. Также еще является не выясненным, где протекает основной процесс редукции и какой характер принимает он в растении.

Возникает вопрос: если для использования нитратов последние должны быть восстановлены до аммиака и на этот процесс затрачивается известное количество энергии, то не будет ли в силу этого усвояемость аммиачных солей большею, нежели нитратных, благодаря большей близости аммиака к белковой молекуле? **Прянишников** (7, 8, 9, 10, 11, 12, 13) уделяет большое внимание этому вопросу и придает большое значение установлению наиболее усвояемой формы азота, поглощаемой растением, причем он высказывает предположение, что такой формой должен быть аммиак, так как растение способно поглощать аммиак и переводить его в органические соединения быстрее, чем нитраты, что удалось доказать целым рядом опытов. Более быстрое поглощение аммиака по сравнению с нитратами **Прянишников** объясняет большею близостью последнего к конечной форме азотистых соединений RNH_2COOH, играющей главную роль в построении белковой молекулы, и высказывает предположение, что и для высших растений, подобно грибам, наиболее простой путь будет через нитраты к аммиаку.

Но как же увязать со всем только-что изложенным господствующее до сих пор в агрономической практике убеждение, что процесс нитрификации в почве благоприятен для роста растений, обратный же процесс — вреден? **Прянишников** объясняет это тем, что с нитрификацией связаны благоприятные побочные явления, способствующие росту высших растений, а аммонизация имеет своим спутником кислую реакцию среды и недостаток аэрации и поэтому обусловливает плохое развитие растений.

Изучая поглощения нитратов культурными злаками в условиях водных культур (**Миллер**, 12, 13), мы также столкнулись с фактом образования нитритов в растворе. Вначале нас заинтересовало это явление с чисто методической стороны, насколько присутствие нитритов в растворе могло бы отразиться на правильности определения поглощения нитратов. Позднее же мы занялись этим вопросом по существу, поскольку ассимиляция азота и дальнейшее превращение его в растении до образования белковой молекулы не имеют еще полного разрешения, как видно из вышеприведенных литературных данных. Мы пытались выяснить, связано ли образование NO_2 в условиях наших опытов с жизнедеятельностью бактерий (так как культуры были нестерильные) или самых корней, каков по характеру этот процесс и какие факторы благоприятствуют его течению. Кроме того, мы задались целью выяснить, идет ли редукция нитратов дальше до аммиака и аминокислот, где происходит эта реакция, и имеются ли в растворе обратные окислительные процессы. Все это имело целью определить, в какой форме поступает азот в клетку корня и какие превращения претерпевают нитраты внутри и вне растения. С этой целью нами был проведен ряд опытов, к изложению которых мы и переходим.

Все опыты велись в водных культурах. Питательной смесью был видоизмененный раствор Кнопа [1]. Опытными растениями была в одних случаях пшеница, в других—кукуруза. Так как опыты производились, как уже упоминалось, в нестерильных условиях, то мыслимо было присутствие денитрифицирующих бактерий, производящих в питательном водном растворе редукцию нитратов. Чтобы выяснить этот вопрос, опыт был поставлен в двух вариантах. Первый из них состоял в следующем: брались три пробы для анализа после однодневного пребывания растения (пшеницы, *Triticum vulgare erythrospermum* № 6255) на растворе. Одна из проб анализировалась сразу на количество оставшихся нитратов и образовавшихся нитритов и аммиака, две другие оставлялись стоять в вегетационном домике на двое суток, одна с прибавлением нескольких капель толуола, другая без толуола. Все определения велись колориметрическими методами. Нитраты определялись методом Грандваль и Ляжу, нитриты — методом Грисса, аммиак — реактивом Несслера.

В результате анализа мы получили цифры, которые, как показывает нижеприведенная таблица 1, говорят о том, что, если бактериальный процесс и имеет место, то очень незначительное, так как часто числовая разница между тремя определениями находилась в пределах ошибки.

ТАБЛИЦА 1

Время определения	№№ сосудов	Количество NO_3 в *мг* на 1 *л*	Количество NO_2 в *мг* на 1 *л*	Количество NH_4 в *мг* на 1 *л*
Определения произведены сразу после взятия пробы	2	23,00	6,62	0,45
	7	47,60	10,46	0,45
Определения произведены после 2 суток стояния с прибавлением толуола	2	25,00	6,55	0,45
	7	51,20	10,35	0,69
Определения произведены после 2 суток стояния без прибавления толуола	2	24,60	6,59	0,89
	7	46,50	10,30	0,77

Другой вариант опыта, также подтвердивший этот вывод, был проведен следующим образом. Сосуды с питательным раствором оставлялись стоять без растения на 2 суток в вегетационном домике, причем в некоторые из них погружались корни пшеницы или кукурузы (*Zea Mays* L. *everta* № 76340) на 1—3 минуты, чтобы внести в раствор микрофлору корней, так как в литературе мы встречаем указания, что именно на корнях растений имеются бактерии, производящие редукцию нитратов в питательном растворе. Так, например, А. Шмук (14) указывает, что истинным возбудителем редукции нитратов корневой массой растения являются 2 вида микроорганизмов, живущих на корнях.

---

[1] $NaNO_3$—1,03 *г*, KH_2PO_4—0,25 *г*, $MgSO_4$—0,25 *г*, KCl—0,12 *г*, $FeCl_3$—0,0125 *г*.

По прошествии одного дня были взяты пробы растворов и анализированы на NO_3, NO_2 и NH_4. Полученные результаты сведены в табл. 2.

ТАБЛИЦА

Время определения	Количество NO_3 в *мг* на 1 *л*	Количество NO_2 в *мг* на 1 *л*	Количество NH_4 в *мг* на 1 *л*
Определения произведены в питательном растворе сразу после дачи	215,00	0	0
Раствор взят через 2 дня	215,80	следы	0
Раствор, в который погружались корни кукурузы, взят через 2 дня	213,2	0,40	0

Как показывают приведенные данные, восстановительный процесс, происходящий за счет бактерий, был выражен крайне слабо. Аммиака в течение двух суток не образовалось вовсе, нитритов — очень незначительное количество.

Точно такой же опыт был проведен еще раз с заменой соли $NaNO_3$ на $NaNO_2$, чтобы посмотреть, не идут ли за счет бактерий, помимо восстановительных, и окислительные процессы.

ТАБЛИЦА 3

Время определения	Количество NO_3 в *мг* на 1 *л*	Количество NO_2 в *мг* на 1 *л*	Количество NH_4 в *мг* на 1 *л*
Определения произведены в питательном растворе сразу после дачи	7,29	140,30	0
Раствор, в который были опущены корни кукурузы, взят через 2 дня	7,07	140,30	0
Раствор, в который были опущены корни пшеницы, взят через 2 дня	7,90	140,30	0

Как видно из приведенной таблицы 3, процесса редукции нитритов до аммиака также не было обнаружено. Количества образовавшихся нитратов, которые приводятся в данной таблице, не являются результатом жизнедеятельности бактерий или самих корней, так как мы обнаружили нитраты и в самом растворе до погружения растения, хотя их в него не вносили. Оказывается, как это удалось экспериментально доказать, нитриты при действии нитратного реактива Джиля частично окисляются и дают реакцию на нитраты. При небольших количествах окисление это неуловимо. Начиная же с 50 *мг* на 1 *л* мы получаем количество нитратов около 2,5 *мг* на 1 *л*; при 100 *мг* раза в четыре больше. Пропорциональности в этом отношении не наблюдается.[1]

Таким образом, если бактериальные восстановительные или окислительные процессы и могут иметь место в наших условиях при частой смене раствора, то настолько незначительное, по сравнению с десятками миллиграммов NO_2, образующимися за счет деятельности корневой системы, что ими можно пренебречь, особенно, если принять во внимание образование нитритов в стерильных условиях, обнаруженное многими исследователями.[2]

Желая выяснить, как далеко идет редукция нитратов, мы произвели несколько анализов растворов, в которых пребывали растения в течение нескольких суток (или менее). Опытным материалом были пшеница и кукуруза. Азот вносился только в форме $NaNO_3$. Результаты сведены в следующую таблицу:

ТАБЛИЦА 4

Дата опыта	Название растений	Продолж. опыта	Количество данного NO_3 в *мг* на 1 *л*	Количество оставш. NO_3 в *мг* на 1 *л*	Количество образовав. NO_2 в *мг* на 1 *л*	Количество образов. NH_4 в *мг* на 1 *л*	Колич. образовавш. N-аминокислоты в *мг* на 1 *л*
1928 3—5/VII	Пшеница	2 дня	195,60	43,00	18,30	1,03	—
„	„	2 „	„	87,70	8,60	0,30	—
23—25 VII	„	2 „	161,60	61,80	68,10	0,30	—
9—13/VII	„	4 „	172,00	76,20	7,10	0,49	—
„	„	4 „	„	72,40	3,50	0,33	—
1929 24—25/VII	Кукуруза	1 „	865,00	576,75	57,95	следы	—
3/VIII	„	6 час.	800,00	680,97	8,98	1,30	0
6/VIII	„	7 „	„	720,72	1,95	следы	0
12—14/VIII	„	2 дня	„	12,80	104,50	7,40	0
26—29/VIII	„	3 „	„	346,00	73,68	5,23	0

Как видно из приведенной таблицы, в качестве продуктов восстановления нитратов были обнаружены нитриты и аммиак. Аминокислоты, определяемые формольным титрованием, вовсе отсутствовали в питательном растворе. Весьма вероятно, что редукция нитратов не шла дальше аммиака, или возможно, что аминокислоты потреблялись растением непосредственно после образования. Аммиак, как мы видим из таблицы, также не накапливался в большом количестве, тогда как образование нитритов было значительно. Можно предположить на основании этих результатов, что аммиак используется скорее, чем нитриты, и поэтому в растворе не накапливается.

---

[1] Лебедянцев (15) при разработке методики определения нитратов также исследовал влияние нитритов на точность определения нитратов и пришел к выводу, что нитриты не влияют на правильность определения, так как крепкая H_2SO_4, на которой приготовляется реактив Джиля или Чемота, не разлагает нитритов. Подобные результаты у Лебедянцева могли получиться потому, что им изучалось влияние меньшего количества нитритов, хотя и у него, начиная с 20 *см*^{3} образцового раствора нитритов (10 *мг* на 1 *л.*) обнаруживалась уже едва заметная желтая окраска. Если же мы имеем дело с большими количествами нитритов (как например в условиях нашего опыта—десятки *мг*), то реактив Джиля дает реакцию на нитраты. Повидимому, идет частичное разложение нитритов при обработке их кислотой с образованием нитратов и окислов азота. Действительно, при обработке реактивом Джиля после выпаривания сухого остатка, содержащего нитриты, выделяются окислы азота, ощутимые по запаху.

[2] Кроме перечисленных в начале статьи работ различных авторов, обнаруживших нитриты при нитратном питании в чистых культурах, нужно упомянуть еще о работах А. Кудрявцевой (16) и Демиденко (17), наблюдавших образование нитритов в условиях стерильных культур.

Чтобы убедиться, являются ли нитриты и аммиак действительно более доступной формой азота и происходит ли их непосредственное усвоение растением, мы решили с одновременным учетом поглощения проверить, не идут ли в растворе окислительные процессы, когда мы вносим в него азот в виде $NaNO_2$ или $(NH_4)_2 SO_4$. Опытным растением служила пшеница. Результаты анализа сведены в следующие таблицы:

ТАБЛИЦА 5

Дата опыта	Продолж. опыта	Дано NO_2 в *мг* на 1 *л*	Осталось NO_2 в *мг* на 1 *л*	Образование NO_3 в *мг* на 1 *л*	Образование NH_4 в *мг* на 1 *л*
1929 16—19 VII	3 дня	143,9	Следы	0	—
"	"	"	2,70	0	—
23—25/VII	2 дня	137,9	4,30	0	—
"	"	"	0,27	0	—
9—13/VIII	4 дня	136,3	86,08	0	1,14
"	"	"	59,01	0	0,46

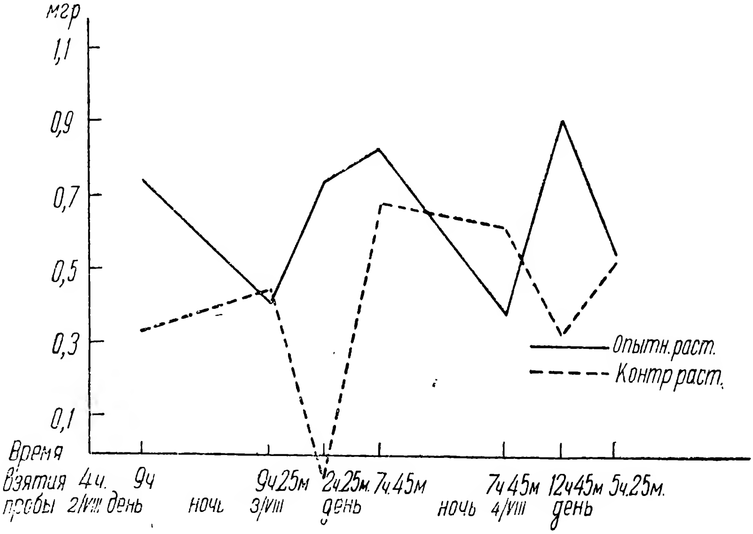
ТАБЛИЦА 6

Дата опыта	Продолж. опыта	Дано NH_4 в *мг* на 1 *л*	Осталось NH_4 в *мг* на 1 *л*	Образов. NO_3 в *мг* на 1 *л*	Образов. NO_2 в *мг* на 1 *л*
1929 16—19/VII	3 дня	125,80	41,80	0	0
"	"	"	52,10	0	0
9—13/VIII	4 дня	49,50	19,60	0	0
"	"	"	9,60	0	0

Из приведенных результатов следует, что в растворе происходит лишь восстановление нитратов. Процессы же окисления аммиака и нитритов не имеют места. Таким образом, на основании наших данных по поглощению мы не могли сказать, поглощаются ли нитраты и нитриты непосредственно или после их восстановления. Дальнейшие опыты и были направлены в сторону выяснения этого вопроса.

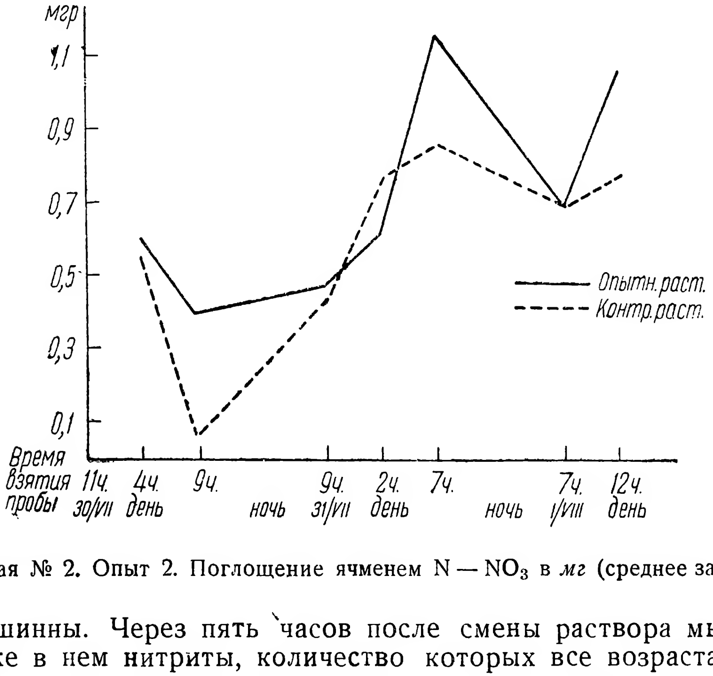
Мы решили проследить, есть ли связь между поглощением нитратов и образованием нитритов или эти процессы идут независимо один от другого. С этою целью в течение двух суток брались пробы раствора от растения (пшеница) через каждые 5 часов днем и через 12 часов в ночное время и анализировались на поглощение NO_3 и образование NO_2. Результаты опыта изображены следующими кривыми (кривые № 1 и № 2).

Эти кривые показывают, что закономерного хода поглощения нитратов, зависящего от времени дня, как это мы имеем в процессе фотосинтеза или транспирации, не наблюдается. Повидимому, процесс поглощения нитратов больше зависит от внутренних причин, чем от внешних. Так, например, даже влияние света не сказалось определенным образом, так как наблюдались случаи, когда в ночные часы поглощение не только не снижалось, но было даже выше дневного. Это стоит в некотором противоречии с результатами, полученными **Домонтовичем** и **Грошенковым** (8), которые наблюдали на свету увеличение поглощения нитратов.



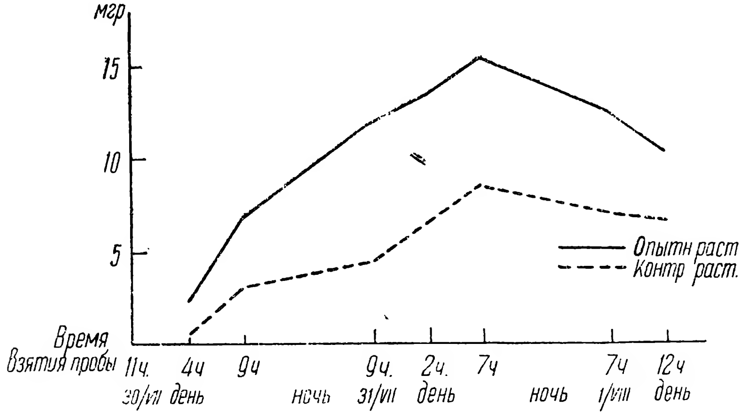
Кривая № 1. Опыт 1. Поглощение ячменем $N - NO_3$ в *мг* (среднее за 1 час).

Образование нитритов (в том же растворе) также не имеет связи со временем дня, поэтому кривые за двое суток (кривые № 3 и 4) — одновершинны. Через пять часов после смены раствора мы обнаружили уже в нем нитриты, количество которых все возрастало, и через 1—1$^1/_2$ дня достигло максимума и затем снова упало. Если предположить, что образование нитритов есть ферментативный процесс, то можно дать следующее объяснение характеру нитритной кривой: в начале опыта много нитратов, но мало фермента; затем насту-



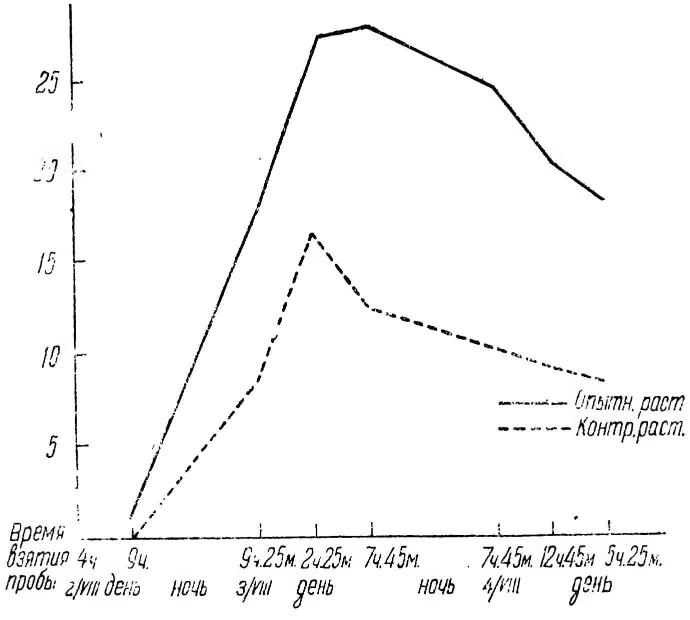
Кривая № 2. Опыт 2. Поглощение ячменем $N - NO_3$ в *мг* (среднее за 1 час).

пает момент, когда устанавливается благоприятное для образования NO_2 соотношение этих двух факторов, а к концу опыта фермента имеется в достаточном количестве, но концентрация NO_3 значительно уменьшилась. К тому же нужно помнить, что идет не только образование NO_2, но также и его потребление и дальнейшая редукция



Кривая № 3. Опыт 1. Количество найденных нитритов в растворе в различные сроки от начала опыта (в *мг*).

до аммиака. В начале опыта первый процесс преобладает над вторым, в конце же, повидимому, мы наблюдаем обратное явление.



Кривая № 4. Опыт 2. Количество найденных нитритов в растворе в различные сроки от начала опыта (в *мг*).

При сравнении поглощения нитратов и образования нитритов в различное время дня за один и тот же срок какой-либо определенной связи мы не находим. Каждый процесс идет независимо. В общем же, наблюдается, что более сильное растение больше поглощает нитратов и больше образует нитритов. Зависимость образования нитритов от степени развития растения наглядно изображают нитритные кривые

(№ 3 и № 4). У контрольных растений (пунктирная кривая), слабее развитых, мы находим нитриты в значительно меньшем количестве[1].

Ряд проведенных опытов показал, что два фактора, развитие растений и концентрация нитратов, в сильной мере обусловливают образования нитритов в растворе. Это и понятно, если встать на ту точку зрения, что редукция нитратов есть процесс ферментативный. Чем мощнее корневая система, тем больше она сможет выделить редуцирующего фермента, а чем больше концентрация нитратов, тем больше материала для работы фермента.

Поставленные нами опыты были проведены с пшеницей на растворе Кнопа, при трех различных концентрациях нитратов: уменьшенной в 4 раза по отношению к нормальному содержанию в растворе, нормальной концентрации и увеличенной в 3 раза. Таким образом, концентрации относились между собою как 1 : 4 : 12. Для краткости растворы с различным содержанием нитратов мы и будем означать в дальнейшем I, IV и XII.

Образование нитритов, кроме того, исследовалось при трех различных реакциях раствора pH — 6, 7 и 8.

Результаты получились следующие:

ТАБЛИЦА 7

Образование нитритов пшеницею за 3 сут. на растворах с различным pH (в *мг*)

Время опыта	Конц. раств. pH	I	IV	XII
1928	6	17,0	3,2	3,9
16—19/VI	7	24,6	5,0	0,5
	8	16,1	3,9	5,5
1928	6	15,2	15,2	7,7
28—31/VII	7	4,1	17,3	1,4
	8	12,0	6,9	3,0

Прежде всего бросается в глаза, что на концентрации XII образование нитритов по большей части ниже, чем на двух других концентрациях (I и IV). Наибольшее же образование нитритов наблюдается на уменьшенном количестве $NaNO_3$. Для выяснения того, что вызывает эту разницу в образовании нитритов, различная ли доза нитратов или различное развитие растений на разных концентрациях нитратов, которое на уменьшенной дозе $NaNO_3$ было значительно лучшим, чем на увеличенной, мы решили изменить даваемое количество нитратов, и тем растениям, которые получали уменьшенное количество $NaNO_3$, дать увеличенное (в 12 раз большее), и наоборот. Полученные результаты представлены в таблице 8.

Полученные данные показывают, насколько сразу возросло количество нитритов в растворе, когда на увеличенной концентрации $NaNO_3$ очутились более развитые растения. На уменьшенной же концентрации образовалось нитритов менее всего. Чтобы окончательно убедиться, что увеличение образования нитритов вызвано не только более мощным развитием растений, но также и увеличением концен-

---

[1] Опытное растение имело 8 побегов. Контрольное — 6. Испарение у первого за все время опыта было больше чем у второго. За первые 5 час. испарение было: опытное растение № 1—66 *см*^{3}, контрольное № 2 — 59 *см*^{3}; следующие 5 час.: № 1—44 *см*^{3}, № 2—39 *см*^{3}; последующие 5 час.: № 1—21 *см*^{3}, № 2—15 *см*^{3}.

ТАБЛИЦА 8

Время опыта	Конц. раств. / pH	I	IV	XII
1928 1—4/VIII	6	9,7	16,0	60,9
	7	7,8	14,6	63,3
	8	1,3	3,7	22,2

трации $NaNO_3$, был произведен обратный перенос растений на прежние концентрации.

ТАБЛИЦА 9

Время опыта	Конц. раств. / pH	I	IV	XII
1928 5-8/VIII	6	23,5	12,1	13,6
	7	12,6	19,0	12,6
	8	7,4	3,0	13,7

Оказалось, что в этом случае возросло количество нитритов в растворе с уменьшенной дозой нитратов, но все же не в такой мере, как в том случае, когда тем же растениям было дано в 12 раз большее количество нитратов, как видно из предыдущей таблицы 8. Образование нитратов на увеличенной концентрации было меньше, чем в предыдущем опыте, но больше, чем у этих же растений на 1-м растворе. Исследуемая же реакция среды в районе от pH 6,0 до 8,0 на образовании нитритов не сказалась вовсе.

Таким образом, результаты опытов говорят за то, что содержание нитритов в растворе зависит как от мощности развития самого растения, так и от концентрации нитратов в растворе, причем от первого фактора в большей мере, чем от последнего.

Из других факторов, могущих, по нашему предположению, влиять на редукцию нитратов, мы исследовали влияние кислорода и реакции среды. А. Кудрявцева предполагает, что „растения в погоне за кислородом восстанавливают окисленные соединения", в частности нитраты (до нитритов). Момент наибольшего поглощения кислорода, следовательно, наименьшего содержания его в растворе, совпадает с наибольшим содержанием нитритов в растворе. Клейн также констатирует, что процесс образования промежуточных продуктов у плесневых грибов идет интенсивнее при анаэробных условиях. Нами был проведен ряд опытов по изучению редукции нитратов при различном содержании кислорода в растворе, которое достигалось тем, что одни сосуды продувались, а другие не продувались. Кудрявцева указывает в своей работе, что нормально развитые растения потребляют за сутки 80—99% кислорода, находящегося в сосуде, а за 6 часов—25—30%. Таким образом, непрерывным продуванием мы пополняли поглощаемый кислород.

Опытными растениями была пшеница (*Triticum vulgare erythrospermum* № 0341) и кукуруза (*Zea Mays* L. *everta* № 76340). Растения получали вышеуказанный раствор. Источником азота была соль $NaNO_3$. Продолжительность опыта—сутки. Приводим полученные результаты.

ТАБЛИЦА 10

Название растений	Условия опыта	Дано NO_3 в *мг* на 1 *л*	Поглощ. NO_3 в *мг* на 1 *л*	Образ. NO_2 в *мг* на 1 *л*	Образов. NH_4 в *мг* на 1 *л*	Образ. N-амино-кислот в *мг* на 1 *л*
Пшеница	Продувалось	189,50	67,00	0,17	0,24	—
»	Не продувалось	»	57,30	9,36	0,24	—
»	Продувалось	177,80	30,30	следы	—	—
»	Не продувалось	»	41,70	6,28	—	—
Кукуруза	Продувалось	800,00	72,30	0,88	следы	0
»	Не продувалось	»	119,73	8,98	1,30	0
»	Продувалось	»	59,26	следы	1,95	0
»	Не продувалось	»	79,28	1,95	следы	0

Нами было проведено несколько раз определение содержания кислорода в продуваемом и непродуваемом растворах. Определения производились методом **Винклера**, с видоизменением **Ридуаля** и **Стюарта**, описанным у **Хлопина** (19) и приспособленным для определения кислорода в присутствии нитритов. Оказалось, что содержание кислорода до опыта выражалось цифрами 5,14—6,61 *мг*. Через 6—7 часов в продуваемом сосуде оставалось 43—40%, в непродуваемом —19—13% первоначального количества, как видно из приводимой таблицы (№ 11).

ТАБЛИЦА 11

Наименов. растения	Продолж. опыта	Содержание кислорода в растворе до опыта в *мг*	Содержание кислорода в растворе после опыта в *мг*	Условия опыта
Кукуруза (*Zea Mays* L. *everta* № 76340)	7 час.	6,61	2,89	Продув.
Тоже	» »	»	0,90	Не продув.
Тоже	6 час	5,14	2,08	Продув.
Тоже	» »	»	0,68	Не продув.
Овес (*Avena diffusa* Asch. var. *aristata* № 39795)	19 час	5,14	2,26	Продув.
30 проростков на сосуд	» »	»	1,23	Не продув.

Опыты показали, что недостаток кислорода в сильной степени способствует накоплению нитритов в растворе.

Клейн, считая процесс редукции нитратов процессом ферментативного характера, необходимым для использования нитратов и происходящим во внешней среде, полагает, что нитриты накапливаются в растворе вследствие создающихся ненормальных условий для жизни корней, тормозящих дальнейшее течение редукции до аммиака и последующего синтеза аминокислот. **Кудрявцева** же полагает, как об этом выше упоминалось, что нитриты образуются за счет отнятия корнями растения кислорода от окисленных соединений, в частности от нитратов.

Мы позволим себе высказать третье предположение. Присоединяясь к **Клейну** в понимании процесса редукции, как процесса ферментативного характера, мы полагаем, что восстановление нитратов идет внутри растения. Нитриты же, наряду с аммиаком и другими возможными продуктами редукции, накапливаются только в ненормальных для жизни корней условиях за счет частичного выделения фермента, производящего редукцию нитратов во внешней среде так же, как и внутри клеток растения. В нормальных же условиях никакого выделения энзима, а следовательно и восстановления нитратов во внешней среде, не должно иметь места.

Кроме влияния кислорода на процесс редукции нитратов, мы исследовали еще влияние различной реакции питательной среды, но никаких определенных данных в этом отношении не получили, так же как и в вышеупомянутых наших опытах, хотя район исследуемого pH был взят более широкий.

Изучая минеральное питание льна в лаборатории физиологии растений б. Лен. сельско.-хоз. инст. З. А. Чижевская обнаружила, что при $NaNO_3$ в качестве источника азота всегда образовывались нитриты в растворе и притом на щелочной реакции в большем количестве, нежели на кислой. Так как щелочная реакция являлась неблагоприятной для развития льна, вызывая сильное угнетение, то нужно полагать, что здесь, как и в случае недостатка кислорода, мы имеем дело с нитритами, образовавшимися вследствие неблагоприятных условий внешней среды. В опытах Клейна и Риттера с плесневыми грибами нитриты образовывались на щелочной (у первого) и нейтральной реакции (у второго автора). Обе эти реакции являются неблагоприятными для развития плесневых грибов.

Если встать на точку зрения Клейна и считать, что нитраты прежде чем поступить в растение должны быть восстановлены, то невольно сразу же напрашивается мысль, что если мы дадим растению в качестве источника азота аммиачные или азотистые соединения, то поглощение ионов NO_3' и $NH_4^{\cdot}$ должно итти быстрее поглощения иона NO_3', поскольку нитриты и аммиак более близки к белковой молекуле, чем нитраты, на восстановление которых нужна еще затрата энергии извне, например за счет сжигания углеводов. Как я уже упоминала выше, Прянишников исследовал усвояемость нитратов и аммиака и пришел к выводу, что аммиак поглощается быстрее, чем нитраты, если устранить побочные неблагоприятные условия, вредно действующие на развитие растений. Дикуссар (20,21) исследуя влияние аммиака, нитритов и нитратов на развитие растений, пришел к выводу, что действие этих последних в сильной мере зависит от реакции питательной среды. Аналогичные же результаты относительно аммиака и нитратов получил и Мевиус (22, 23), который провел большую работу по изучению влияния на растения аммонийных солей в зависимости от концентрации водородных ионов. К подобному же выводу можно прийти и на основании работы Лу (Loo, 24), который, изучая влияние смены растворов на рост различных культурных растений, использовал различные источники аммонийного азота, в зависимости от которых происходил различный сдвиг pH раствора.

В большинстве случаев упомянутые авторы исследовали влияние различных источников азота на развитие растений, поглощение же азота из трех различных по степени окисления форм азота не учитывалось. Представляло интерес сравнить скорость поглощения всех трех ионов: NO_3', NO_2' и NH_4'.

С этой целью мы провели ряд опытов, в которых изучаемым растениям—кукурузе, пшенице, гречихе и овсу — давали комбинированное азотистое питание. В раствор Кнопа вносились (в равных количествах в расчете на азот) соли $NaNO_3 + NaNO_2$; $NaNO_2 + (NH_4)_2SO_4$ и следилось за тем, какой из двух ионов будет поглощаться растением быстрее. Для большей точности определения, каждая соль вносилась в количестве $^1/_8$ от нормального содержания в растворе

Кнопа. В растворе устанавливали для опытного растения оптимальную реакцию.

Так как наши опыты показали, что недостаток кислорода способствует быстрой редукции NO_3 до NO_2 и тем самым может привести к неправильному суждению о поглощении того или другого иона, то, во избежание этого, мы поставили две серии опытов, причем в одной из них в течение всего опыта продувался воздух через раствор, в другой не продувался. Результаты сведены в следующ. таблицу.

ТАБЛИЦА 12

pH	Название растения	№№ сосудов	Продувался или нет	Дата опыта	Дано нитратного N в *мг*	Поглощено нитратного N в *мг*	Дано нитритного N в *мг*	Поглощено нитритного N в *мг*	Поглощено нитратного N в %	Поглощено нитритного N в %
5,0	Кукуруза	3	Не продувались	1929 17-19	21,08	21,08	21,10	20,35	100	96,44
		6	„	VI	„	21,08	„	13,57	100	64,31
6,5	Пшеница	1	„	„	„	4,87	„	5,30	24,97	25,11
		8	„	„	„	8,06	„	0,05	38,23	0,23
5,0	Кукуруза	9	Продувались	20-21	„	+2,96[1]	„	6,82	0	32,32
		1	Не продувались	VI	„	+0,05	„	5,36	0	25,40
6,5	Пшеница	8	Продувались	„	„	1,40	„	1,17	6,64	5,54
		7	Не продувались	„	„	+3,46	„	0,10	0	0,47
5,0	Кукуруза	1	Не продувались	25-26	20,32	5,37	21,53	10,19	26,42	47,32
		2	„	VI	„	2,66	„	9,55	13,09	44,35
5,0	Пшеница	1	„	„	„	+2,26	„	1,25	0	5,80
		2				+1,76	„	1,08	0	5,01
„	„	8	Продувались	27-28	21,08	0,14	21,10	0,09	0,66	0,42
		7	Не продувались	VI	„	2,12	„	0,45	10,05	21,32
„	Кукуруза	3а	Продувались	„	„	0,70	„	4,95	3,32	23,46
		7а	Не продувались	„	„	0,70	„	4,40	3,32	20,85
„	Пшеница	7	Продувались	1-3	„	+1,34	„	1,23	0	5,82
		3	Не продувались	VII	„	+4,16	„	3,30	0	15,64
„	Овес [2]	1	„	15-16	26,54	22,85	24,59	14,89	0,90	60,55
		2		VIII	„	22,22	„	10,03	83,34	40,79
„	Кукуруза	2	„	„	„	26,58	„	24,56	100	100
		6а			„	„	„	„	100	100
„	Овес	1	„	17-18	24,73	24,76	21,10	21,14	100	100
		2		VIII	„	„	„	20,90	100	99,05
„	Гречиха [3]	1	„	„	„	3,24	„	3,78	13,10	17,91
		2			„	1,29	„	1,43	5,21	6,77
„	Кукуруза	2	„	17/VIII	„	11,18	„	13,12	45,20	62,18
		6а		Опыт длился 6 ч.	„	18,73	„	5,21	75,73	24,69
„	Овес	2	Продувались	20/VIII	22,85	21,53	21,35	14,31	94,22	67,02
		1	Не продувались	Опыт длился 19 ч.	„	22,87	„	13,73	100	64,30
„	Кукуруза	6а	Продувались	23/VIII	23,16	5,46	„	6,52	23,57	30,53
		№ 2	Не продувались	Опыт длился 6 ч.	„	4,16	„	3,45	17,96	16,15

Из приведенных данных видно, что при наших условиях поглощение обоих ионов шло одновременно. Иногда преобладало поглощение иона NO_3', иногда NO_2'. Новый фактор — различное содержание кислорода в растворе—также не способствовал обнаружению перевеса в потреблении одного из двух сравниваемых ионов. Только для овса мы получили во всех трех опытах перевес в поглощении нитратов над нитритами.

---

[1] Цифры со знаком + показывают не поглощение NO_3', а как бы выделение. Мы полагаем, что этот избыток получился вследствие присутствия в большом количестве нитритов, дающих, как мы об этом выше упоминали, реакцию на нитраты.

[2] На каждый сосуд бралось по 30 проростков овса.

[3] На каждый сосуд бралось по 25 растений.

Таким образом, нами не было обнаружено избирательной способности в отношении поглощения ионов NO_3' и NO_2'. Если же растение действительно поглощает нитраты только после их восстановления, как предполагает Клейн, то нитриты должны были бы исчезнуть из раствора прежде нитратов.

Аналогичные даннные мы получили также при сравнении быстроты поглощения нитритов и аммиака,что видно из таблицы 13.

ТАБЛИЦА 13

pH	Наименование раствора	№№ сосудов	Дата опыта	Дано нитритного N в мг на 1 л	Поглощ. нитритного N в мг на 1 л	Дано аммиачн. N в мг на 1 л	Поглощено аммиачн. N в мг на 1 л	% поглощения N—NO_2	% поглощения N—NH_3
			1929						
5,0	Кукуруза	6	15—16/VII	22,63	10,46	33,97	6,64	46,22	19,54
		2		„	20,23	„	2,73	89,39	8,01
5,0	Пшеница	1	„	„	0,18	„	3,28	0,79	9,65
		4	„	„	1,02	„	2,73	4,50	8,01
7,5	„	3	26—27/VII	22,53	1,00	26,51	6,82	4,43	25,72
		5		„	0,41	„	7,43	1,81	20,48
7,5	Кукуруза	4	„	„	20,84	„	12,69	92,05	47,86
		2		„	22,51	„	22,15	100,00	83,55
8,0	Пшеница	1	30/VII—1/VIII	21,38	14,52	30,91	20,63	67,91	66,74
		2		„	7,93	„	18,78	37,09	60,75
8,0	Кукуруза	4	30/VII Опыт	„	17,68	„	14,56	82,69	47,10
		2	длился 9 ч.	„	20,99	„	17,83	98,17	57,68

В некоторых случаях быстрее поглощался аммиак, в других — нитриты. Как показывают приведенные данные, кукуруза быстрее поглощала нитриты, пшеница же—аммиак. Изменение реакции питательного раствора у опытных растений также не дало вполне определенных результатов.

В литературе мы находим сравнение поглощения аммиачного и нитратного ионов. Так, в опытах Прянишникова и Ивановой-Скосыревой (25) пятидневные этиолированные проростки, у которых запас крахмала был еще велик, поглощали из NH_4NO_3 аммиак быстрее, чем нитраты, 15-дневные же проростки, истощившие запас углеводов, быстрее поглощали NO_3', чем $NH_3^{\cdot}$. К Шмид (Schmid, 26) исследовавший также поглощение $NH_4^{\cdot}$ и NO_3' из сильно разбавленных растворов, констатировал более быстрое использование иона $NH_4^{\cdot}$. Сабининым (27) было обнаружено, что в кислой среде из соли NH_4NO_3 быстрее поглощается анион, в щелочной же —катион. Подобные же данные автор получил и для других анионов и катионов (28). В. В. Буткевич (29) в опытах с искусственными перепонками также показал, что кислая реакция ускоряет поступление аниона, щелочная же—катиона. Несколько иное объяснение различной скорости поступления ионов $NH_4^{\cdot}$ и NO_3' в клетки корня из раствора NH_4NO_3 дает Лу (41). Он обнаружил постоянное ускорение поглощения нитратов в присутствии ионов $K^{\cdot}$ и SO_4' в растворе. При этом из соли NH_4NO_3 нитратов поглощалось всегда больше, чем аммиака.

Таким образом, известные условия внешней среды благоприятствуют поглощению аммиака, другие — поглощению нитратов. Приведенные литературные указания так же, как и наши опыты, говорят за то, что возможно непосредственное использование всех трех ионов без предварительных восстановительных процессов, а быстрота поступления каждого из них регулируется условиями внешней среды. Так, в опытах Лу горох поглощал аммиака из NH_4NO_3 больше, чем из NH_4Cl, а кукуруза как-раз наоборот.

Противоречит гипотезе Клейна также и то обстоятельство, что мы постоянно встречаем в растении нитраты, в некоторых случаях в очень большом количестве. Непонятно, почему Клейн упоминает об этом лишь вскользь, указывая, что нитраты встречаются в корнях растения в большом количестве только тогда, когда их много во внешней среде, исключение же представляют только растения, специально накапливающие нитраты. Трудно предположить, чтобы в растении после восстановления нитратов происходил обратный процесс — окисление.

Чтобы добиться разрешения вопроса о форме поглощаемого растением азота, мы применили метод собирания и анализа пасоки растения, рекомендуемый Сабининым (27, 30) для изучения минерального питания растений. Анализируя собранный сок плача, в котором пребывало опытное растение, мы смогли определить, какие процессы идут во внешней среде и в самом растении, когда ему предлагаются различные по степени окисленности формы азота. Опытным растением была выбрана кукуруза, так как она дает возможность собрать значительное количество сока, необходимого для анализа.

На срезанный пенек надевался небольшой отрезок каучука, в который вставлялась стеклянная, отогнутая в капилляр, трубка. Конец трубки через ватную пробку опускался в пробирку для собирания сока. Особое внимание обращалось на то, чтобы провести весь опыт в возможно стерильных условиях. Для этой цели каучук кипятился, пробирка вместе со стеклянной трубкой стерилизовались. Руки и скальпель для срезания растения мылись слабым раствором сулемы. Вся операция насадки каучука на пенек производилась возможно быстрее, во избежание опасности заражения пасоки микроорганизмами.

Собирание сока производилось только в течение первых суток. С одного растения собиралось до 20 *см*^{3} сока, и сразу же производился анализ на NO_3, NO_2 и NH_4 упомянутыми методами и на RNH_2 — методом формольного титрования, причем аминокислоты в наружном растворе определялись по Зёренсену (31) с осаждением фосфорной кислоты. Кроме того, при отрицательной реакции на аммиак с реактивом Несслера производилось микрохимическое исследование сока на NH_3 по Молишу (Molisch, 32) с хлористой платиной.

Растения 4-недельного возраста, предварительно выращиваемые на растворе Кнопа половинной концентрации, были пересажены на полный раствор, в который азот вносился в виде $NaNO_3$, $NaNO_2$ и $(NH_4)_2SO_4$. В качестве комбинированного азотистого питания употреблялась соль NH_4NO_3, а также $NaNO_3$ вместе с $NaNO_2$ в расчете на равное количество азота. На каждый вариант бралось по 5 растений; на серию с $NaNO_2$ — 8 растений. Реакция раствора устанавливалась кислая (pH 5,0), как оптимальная для развития кукурузы, что было установлено рядом вегетационных опытов на нашей станции. Только в случае серии с источником азота в виде NH_4NO_3 мы внесли еще добавочный вариант, установив в параллельном ряде сосудов pH-7, чтобы посмотреть, не влияет ли изменение реакции на скорость поступления обоих ионов. Но, к сожалению, исследовать сок плача кукурузы—этого последнего варианта,—нам не удалось, так как растения погибли: NH_4NO_3 + нейтральная реакция сказались губительным образом на развитии кукурузы. Подобные же результаты получил и **Мевиус**, который приписывает плохое развитие кукурузы на NH_4NO_3 при pH-7,0 (и выше) вредному действию ионов $NH_3^{\cdot}$, концентрация которых, по его мнению, при нейтральной и щелочной реакции большая, чем при кислой, вследствие большого гидролитического распада аммонийных солей в этом районе pH.

Так как нитриты и аммиак, по указанию некоторых авторов [1], в больших концентрациях являются ядовитыми для корней растений, то соли $NaNO_2$ и $(NH_4)_2SO_4$ вносились в уменьшенном количестве (против содержания N по Кнопу), первая в количестве $^1/_8$ от нормального, вторая $^1/_4$.

С 1 по 15 августа производилось собирание сока плача способом, рекомендуемым **Сабининым**. Приводим результаты анализов сока плача кукурузы и наружного раствора после пребывания в нем растения:

ТАБЛИЦА 14

Источник азота $NaNO_3$. Дано NO_3 — 751 *мг* на 1 *л*

№№ опытов	Анализ пасоки Колич. в *мг* на 1 *л*				Анализ взятого через 1 день раствора. Колич. в *мг* на 1 *л*			
	NO_3	NO_2	NH_4	Nf	NO_3	NO_2	NH_4	Nf [2]
1	108,1	следы	33,09	364,0	346,00	73,68	5,23	—
2	133,3	0	следы	168,0	12,80	104,50	7,40	0
3	454,5	следы	нет	179,2	636,36	2,22	следы	0
4	53,2	0	81,80	210,0	287,20	67,03	6,94	0
5	105,2	0	90,00	100,0	372,30	85,45	7,60	0
6	71,4	0	33,60	37,5	416,60	74,46	4,93	0

Как видно из приведенных данных, в пасоке кукурузы находится большое количество нитратов, которое, конечно, не могло образоваться за счет окисления аммиака или азота аминокислоты (если принять, что нитраты поглощаются только после восстановления в наружной среде). Очевидно, что произошло их накопление только в результате непосредственного усвоения NO_3', так как окислительные процессы во внутреннем растворе растения не имеют места, что доказывают следующие данные анализа пасоки кукурузы, получавшей в течение всего вегетационного периода исключительно $NaNO_2$ и $(NH_4)_2SO_4$.

ТАБЛИЦА 15

Источник N — $NaNO_2$. Дано NO_2 — 68,96 *мг* на **1** *л*

Дата опыта	№№ опытов	Анализ пасоки Колич. в *мг* на 1 *л*				Анализ взятого через 1 день раствора Колич. в *мг* на 1 *л*		
		NO_3	NO_2	NH_4	Nf	NO_3	NO_2	NH_4
12 VIII 1930	1	0	7,50	21,23	31,98	0	следы	1,44
	2	0	2,62	13,69	196,00	0	6,94	3,42

---

[1] Дикуссар (33), Прянишников, вышеупомянутые работы, Петров (34) Фехер и Ваги (Feher und Vag, (35) и Бялосукня (36).

[2] Nf — азот аминокислот, определенный формольным титрованием.

ТАБЛИЦА 16

Источник N — $(NH_4)_2SO_4$. Дано NH_4 — 108,5 *мг* на 1 *л*

Дата опыта	№№ опытов	Анализ пасоки Колич. в *мг* на 1 *л*				Анализ взятого через 1 день раств. Колич. в *мг* на 1 *л*		
		NO_3	NO_2	NH_4	Nf	NO_3	NO_2	NH_4
13/VIII 1930	1	0	0	60,0	100,00	0	0	88,2
	2	0	0	63,4	100,00	0	0	91,8

В первой таблице мы не находим в соке плача нитратов, во второй — ни нитратов, ни нитритов. Кроме того, анализ внешнего раствора также еще раз подтверждает, что и во внешней среде окислительных процессов не происходит.

Обратим внимание на графу нитритов в таблице 14. Эти данные заставляют нас признать, что образующиеся во внешней среде нитриты не могли попасть в раствор в результате диффузии из корней, так как анализ сока кукурузы показывает, что при нитратном питании были обнаружены только следы нитритов или их вовсе не было, тогда как в питательном растворе они находились в большом количестве, иногда даже в большем, чем нитраты. Следовательно, они образовались за счет самостоятельной редукции нитратов во внешней среде и без участия микроорганизмов, как подтверждают опыты многих авторов, о которых мы уже упоминали, проведенные в стерильных условиях. Литературные данные также подтверждают, что нитриты в растениях почти не встречаются. Так, Р. Клейн (37) при микрохимическом исследовании различных растений обнаружил нитриты только в этиолированных проростках картофеля и в клубеньках бобовых, особенно в корнях *Phaseolus multiflorus*. Г. Клейн (6, 8) как в опытах с кукурузой, так и с грибами, выращенными на нитратах, не обнаружил нитритов ни в корнях, ни в мицелии. Мы их также не нашли в пасоке кукурузы на нитратах или были определены только ничтожные следы их, могущие образоваться при заражении микроорганизмами [1]. Возникает, вопрос как идет редукция нитратов до аммиака внутри растения; минует ли она нитриты, или же нитриты настолько быстро редуцируются, что в пасоке не накапливаются.

Из таблицы 15 видим, что нитриты поглощаются непосредственно, в чем убеждает нас сильная убыль их во внешнем растворе и присутствие их, правда, в незначительном количестве, в соке кукурузы, где дальнейшая редукция их идет также до аммиака и аминокислот. Дикуссаром (33) и Смирновым (37) также были обнаружены нитриты в корнях некоторых культурных растений при питании $NaNO_2$. Нитриты могли бы образоваться и вследствие окисления аммиака, но данные, приведенные в таблице 16, опровергают это предположение. Аммиак, предложенный кукурузе в качестве источника азота, не окислялся ни во внешней среде, ни во внутренней. Его поглощение и утилизация шли непосредственно.

Таким образом, раз возможно непосредственное поглощение нитритов из растворов с $NaNO_2$, то нет основания думать, что они не будут также поглощаться в присутствии нитратов там, где они только-что образовались. Однако, в силу каких-то условий, они в соке кукурузы в данном случае не накапливались.

---

[1] При заражении микроорганизмами раствор мутнел и в нем образовывалось большое количество нитритов.

Анализы внешнего раствора при предоставлении кукурузе комбинированного азотистого питания ($NaNO_3 + NaNO_2$) показали, что поглощение NO_3' и NO_2' идет одинаково интенсивно (табл. 12). Мы не ограничились изучением поглощения N из комбинированного источника, а анализировали и пасоку кукурузы, получающей с первых стадий развития нитраты + нитриты, каждой соли в количестве $^1/_6$ от нормального (при расчете на азот по Кнопу) содержания.

Привожу полученные данные.

ТАБЛИЦА 17

Источник N — $NaNO_3 + NaNO_2$ (NO_3 — 46,93 *мг*, NO_2 — 34,62 *мг* на 1 *л*)

Дата опыта	№№ опытов	Анализ пасоки Колич. в *мг* на 1 *л*				Анализ взятого через сутки раствора. Колич. в *мг* на 1 *л*			
		NO_3	NO_2	NH_4	Nf	NO_3	NO_2	NH_4	Nf
1930 16/VIII	1	20,34	следы	2,70	0	36,45	следы	1,91	0
	2	36,48	0	3,00	0	0	следы	2,60	0

Мы видим, что и здесь в соке плача нитриты присутствуют в виде ничтожных следов, хотя из раствора в одном случае они исчезли даже раньше нитратов.

Чтобы еще раз убедиться, что мы не имеем здесь дело с чисто случайным обстоятельством, мы провели еще следующий опыт. Внесли в раствор под кукурузу, выращенную на нитритах, еще равное количество (по N) нитратов, срезали растение и собрали сок плача. Анализ сока дал следующие результаты:

ТАБЛИЦА 18

Источник N — $NaNO_2$ + внесенный в момент собирания пасоки $NaNO_3$. (NO_2 — 68,96 *мг*, NO_3 — 81,81 *мг* на 1 *л*)

Дата опыта	№№ опытов	Анализ пасоки Колич. в *мг* на 1 *л*			Анализ взятого через сутки раствора. Колич. в *мг* на 1 *л*		
		O_3	NO_2	NH_4	NO_3	NO_2	NH_4
1930 22/VIII	1	24,07	следы	17,26	24,32	75,47	2,61
	2	—	следы	—	—	—	—

Как видно из таблицы, опять в присутствии нитратов в соке находим нитритов только ничтожные следы. Эти опыты нас еще раз убеждают, что редукция нитратов в соке растения идет через нитриты, только последние в присутствии нитратов не накапливаются. Таким образом получается как бы стимуляция дальнейшего превращения нитритов в присутствии нитратов. Анализ же питательного раствора с нитратами, приведенный в таблице 14, показывает большое скопление нитритов во внешней среде и задержку их дальнейшей редукции до аммиака, несмотря на значительное количество нитратов в растворе. Повидимому, нитраты стимулируют не чисто химическую реакцию редукции нитритов, а энзиматический процесс, который в основном протекает внутри растения, где имеется, по всей вероятности, большее количество энзима, чем выделилось его во внешнюю среду.

Сравнивая количество образовавшегося аммиака во внешнем растворе и в пасоке (табл. 14, 15, 17 и 18), мы наблюдаем незначительное присутствие его в первом, и большое количество во втором. Исключение представляет только опыт (табл. 16), в котором в качестве источника азота давались аммиачные соединения. Клейн, Костычев, Варбург, Дикуссар, Смирнов обнаружили также аммиак во внешнем растворе с нитратами, причем доказали, что он не является следствием дезаминирования аминокислот, а возникает в результате редукции нитратов и нитритов. Вопрос только в том, где происходит редукция: внутри или вне растения; в этом отношении мнения приведенных авторов расходятся.

Наши наблюдения говорят в пользу соображений Клейна, считающего, что аммиак образуется во внешней среде, с тою лишь разницей, что образование аммиака за счет редукции нитратов во внешнем растворе мы считаем не обязательным моментом при поглощении NO_3', а побочным, параллельным процессом, в основном протекающим внутри растения. Это предположение мы основывали на том обстоятельстве, что редукция нитратов в растении, как показывают анализы пасоки, идет до аминокислот через NO_2' и $NH_3^{\cdot}$. Так как наши опыты показали, что нитриты не выделяются из корней растения во внешний раствор, а в нем образуются, то нужно полагать, что и во внешней среде, как и внутри растения, они также редуцируются до аммиака.

Обычно, как видно из таблиц, аммиак в растворе не накапливался. Это нахождение его в значительно меньшем (по сравнению с соком) количестве объясняется, как нам кажется, более медленным течением реакции восстановления нитритов во внешней среде, о чем уже говорилось, а не быстротой поглощения его, так как вышеизложенные опыты (табл. 13) показали, что скорость потребления аммиака и нитритов почти одинакова. Можно было бы объяснить его присутствие в ничтожных количествах в растворе быстрым превращением в аминокислоты, но аминокислот в питательном растворе найдено не было, тогда как в пасоке они присутствовали в значительном количестве.

Литвинов (39) и Быков (40) также определили в пасоке кукурузы большое количество аминокислот. Клейн обнаружил аминокислоты в корнях кукурузы, в питательном же растворе их найдено не было, тогда как при культуре гриба *Aspergillus niger* они были констатированы и во внешней среде. Возможно, этот факт стоит в связи с природой организма. Аминокислоты высшими растениями усваиваются из внешней среды с большим трудом, поэтому, возможно, и реакция восстановления не идет дальше аммиака, быстрее проникающего в клетку корня по сравнению с аминокислотами. Для грибов же последние являются лучшим источником азота, нежели азот минеральных солей.

Для выявления отношения кукурузы к обоим источникам азота представляло интерес произвести анализ сока кукурузы, выращенной на NH_4NO_3, и самого питательного раствора. Результаты опыта сведены в таблицу 19.

Эти данные еще раз подтверждают то обстоятельство, что идет одновременное поглощение обоих ионов, причем нитраты частично восстанавливаются во внешней среде, судя по образованию нитритов. В пасоке накоплялось больше аммиака, чем нитратов, и по ее анализу можно было бы заключить о большем поглощении последнего по сравне-

ТАБЛИЦА 19.

Источник N—NH_4NO_3 (0,545 *мг* на 1 *л*)

Дата опыта	№№ опытов	Анализ пасоки Колич. в *мг* на 1 *л*				Анализ взятого через 1 сутки раствора. Колич. в *мг* на 1 *л*		
		NO_3	NO_2	NH_4	NF	NO_3	NO_2	NH_4
1930 8/VIII	1	19,57	0	48,07	58,92	24,55	76,27	139,75
	2	24,74	0	83,33	118,75	45,00	56,96	123,62

нию с нитратами. На самом же деле анализ раствора показывает, что нитратов поглощено было больше, нежели аммиака, значительная часть которого в пасоке образовалась за счет восстановления нитратов.

Таким образом, на основании одновременного исследования пасоки растения, с одной стороны, и внешнего раствора—с другой, мы можем заключить, что нитратный ион так же, как нитритный и аммиачный, усваивается непосредственно клетками корня, а если и происходит частичное восстановление нитратов во внешнем растворе, то это процесс параллельный основному ферментативному процессу редукции нитратов с образованием аминокислот, протекающему через промежуточные стадии—нитриты и аммиак—внутри растения. Этот параллельный процесс происходит, как нам кажется, за счет частичного выделения энзима из клеток корня, которое тем больше, чем дальше отклоняются от нормы условия существования растения.

Основные выводы

1. Высшие растения производят в питательном растворе восстановление нитратов, данных в качестве источника азота, до нитритов и аммиака. Аминокислоты при этом не образуются.

2. Восстановление нитратов в питательной среде не имеет прямой связи с процессом их поглощения. Накопление промежуточных продуктов, в частности нитритов, увеличивается с увеличением концентрации нитратов и мощностью развития растения. Недостаток кислорода и неблагоприятная реакция среды способствуют также их образованию.

3. Этот процесс возникает в результате жизнедеятельности корневой системы и имеет, по всей вероятности, ферментативный характер; он идет за счет частичного выделения энзима клетками корня при неблагоприятных условиях внешней среды.

4. В основном процесс восстановления нитратов до аминокислот через промежуточные стадии—нитриты и аммиак, протекает внутри клеток растения и является также ферментативным процессом.

5. Процессов окисления аммиака и нитритов ни в растворе ни в растении не происходит.

6. Поглощение нитратов из раствора при нормальных условиях идет непосредственно, без предварительного восстановления, так же как нитритов и аммиака. Быстрота поступления каждого из ионов регулируется условиями внешней среды.

Детское Село
Станция физиологии культурных
растений ЛСХИ.
1930 г.

Литература

1. Риттер. Материалы к физиологии плесневых грибов. 1916 г.—2. Warburg O. und Negelein E. Über die Reduktion der Salpetersäure bei grünen Zellen. Biochem. Ztschr. 1920 110. 66.—3. Костычев С. и Цветкова Е. Переработка нитратов и нитритов плесневыми грибами. Журн. русск. бот. общ. Т. VII, 1922.—4. Klein, G. und Kisser, I. Die Nitratassimilation der höheren Pflanzen I. Sitzungsberichte d. Akad. d. Wissensch. in Wien, Abt. 1 134 B. 3 и 4 Heft 1925.—5 Смирнов А. Редукция нитратов при процессе автолиза. Научн. агр. журн. № 3, 1924.—6. Klein G., Eigner A. und Müller H. Nitratassimilation bei Schimmelpilzen. Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. 159, H. 5/6 1926.—7. Прянишников, Д. Н. Аммиак, нитраты, нитриты, как источники азота для высших растений. Из результ. вег. опыт. и лабор. работ Т. XIII, 1926.—8. Он же. К вопросу о сравнительном использовании аммиака и нитратов высшими растениями. 1923, Д. Н. Прянишников. Юб. сборн. Т. II, 1928.—9. Он же. К вопросу об единстве основных превращений азотистых веществ в растительном и животном организмах. 1924. Д. Н. Прянишников. Юб. сб. Т. II, 1928.—10. Он же. К физиологической характеристике азотнокислого аммония 1924. Д. Н. Прянишников Юб. сб. Т. II, 1928.—11 Он же. Аммиак как альфа и омега обмена азотистых веществ в растении 1916. Д Н. Прянишников, Юб. Сб. Т. II, 1928.—12. Миллер М. Влияние концентрации нитратов на развитие ячменя и на поглощение им NO_3' и воды при различной реакции даваемого раствора. Записка Лен. сельско-хоз. инст. Т. III, 1926.—13 Миллер М. К изучению нитратного питания ячменя и пшеницы. Зап. Лен. сельско-хоз. инст. Т. IV, 1927.—14. Шмук А. А. Редукция нитратов корневой массой растений. Научн. агр. журн. № 3, 1927.—15. Лебедянцев А. Н. Методика исследования нитрификационного процесса в почве колориметрическим способом. Grandval et Lajoux. Тр. Шатил. сел.-хоз. Оп. ст. Москва, 1915.—16. Кудрявцева А. Потребность корней растения в кислороде. Научн. агр. журн. № I, 1924.—17. Демиденко Т. Из области питания и обмена веществ у льна в связи с льноутомлением питательного субстрата. Научн. агр. жур. № 12. 1928. — 18. Домонтович и Грошенков. Опыты по изучению влияния света на корневое питание. Влияние света на азотистое питание. Из результ. вегет. опыт. и лабор. раб. Т. XIV, 1928. — 19. Хлопин. Химические и микробиологические методы санитарных исследований питьевых и сточных вод. — 20. Дикуссар. Сравнительное действие нитратов и солей аммония на рост растений в зависимости от концентрации водородного иона и кальция в питательной среде. Научн. агр. журн. № I, 1929, стр. 74. — 21. Дикуссар. Аммиак, нитриты и нитраты, как источники азота для сахарной свеклы при различном pH питательной среды в условиях текучих растворов. Из результ. вегет. опыт. и лабор. раб. Т. XIV, 1928. — 22 Mevius W. Die Wirkung der Ammoniumsalze in ihrer Abhängigkeit von der Wasserstoffionenkonzentration. Planta 379 1928. — 23. Mevius W. und Engel H. Die Wirkung der Ammoniumsalze in ihrer Abhängigkeit von der Wasserstoffionenkonzentration. Planta 9. I. 1929. — 24. Loo T. The effect of renewal of nutrient solutions upon the growth of culture plants and its relation to aëration. Jap. Jour. Bot. 4. 71. 1928. — 25. Прянишников и Иванова-Скосырева. Аммиак в удобрениях и в жизни растений. Сообщение I и II. Из результ. вегет. опыт. и лабор. раб. Т. XIV, 1928. — 26. Schmid K. Über die Geschwindigkeit der N Aufnahme landwirtschaftlicher Kulturpflanzen aus Ammon und Nitratsalzen. Inaugural-Dissertation 1930. — 27 Сабинин Д. О корневой системе как осмотическом аппарате. Изв. Биол. научно-иссл. инст. при Пермском ун-те. 1925. — 28. Сабинин Д. и Колотова С. Характер поступления зольных веществ в растение. Пермск. с.-х. опытн. ст. вып. I Агрон. отд. Результат работ за 1926—27. — 29. Буткевич В. К вопросу о механизме поступления минеральных солей в растение. Агр. журн. № 9. 1929. — 30. Сабинин Д. Принципы и методы изучения минерального состава пасоки. Г. И. О. А. Бюлл. отд. земл. № 15, 1928. — 31. Iessen—Hansen. (Die Formoltitration). Abderhaldens Arbeitsmethoden Abt. I/7, 245, 1922. — 32. Molisch H. Mikrochemie der Pflanze 2-te Aufl. 1921. — 33. Дикуссар И. Влияние нитритов на рост растений в темноте и на свету № 7—8, 1925. — 34. Петров Г. Усвоение азота высшими растениями на свету и в темноте. 1927. — 35. Fehér und Vagi. Untersuchungen über die Einwirkung von Nitriten auf das Wachstum der Pflanzen. Biochem. Zeitschr. 174 Band Heft 4/6 1926.— 36. Бялосукня В. О питании высших растений в чистых культурах различными азотистыми соединениями. Изв. бот. сада РСФСР Т. XVIII, вып. 2. 1918.— 37. Klein R. Über Nachweis und Vorkommen von Nitraten und Nitriten in Pflanzen. Beihefte z. Bot. zbl. Bd. XXX Abt. I p. 141, 1913. — 38. Смирнов А. и Ерыгин П. К вопросу о первых стадиях усвоения высшими растениями нитратов. Научн. агр. журн. № 11, 1926. — 39. Литвинов Л. К вопросу о химизме пасоки растений. Изв. Биол. научно-иссл. инст. и Биол. ст. при Гос. Пермск. унив. Т. V, вып. 7 и 8, 1927. — 40. Быков И. Е. О минеральных соединениях азота и пасоки растений. Дневн. III Всесоюзного съезда ботан. в Ленинграде в 1928 г.—41. Loo T. L. Further studies on the absorption of ammonia and nitrate by the root system of higher plants. Bul. of. the Depart. of Biol. College of Science. Sun Iatsen University № 10. 1931 Canton China.

MARIA MILLER

To the question of the absorption of nitraté, nitrite and ammonia by the higher plants

(From the Plant Physiology Experiment Station of the Leningrad Agricultural Institute in Detskoe Sselo)

Symmary

In cultivating higher plants in a nutritive solution with nitrates one constantly observes the formation of intermedial products: nitrites and ammonia. In our present work we tried to solve the question: is the formation of nitrites, in our experiment conditions, connected with the life-activity of soil-bacteria or of the roots themselves? What is this process itself and what factors are favourable to its course? Moreover we attempted to solve also the questions; does this nitrate reduction follow its course up to ammonia and amino acids? where does this reaction take place? do the reverse oxidation processes occur in the nutritive solution? All this was made for the purpose of determining in what form nitrogen enters the root cells and what transformations the nitrates undergo inside and outside the plant? The experiments, were made with wheat, barley, oats and corn.

As the result of our work, we have come to the following conclusions:

1) The higher plants reduce in the nutritive solution nitrates, given as sources of nitrogen, to nitrites and ammonia, — the aminoacids are not formed then.

2) The reduction of nitrates in the nutritive medium has no direct connection with the process of their absorption.

3) The accumulation of intermedial products, particularly nitrites, increases together with increasing nitrate concentration and the vigour of plant development. Deficiency of oxygen and infavourable reaction of the medium, also contribute to the a formation of nitrites.

4) This process is started in consequence of the life activity of the root-system and has, probably, a fermentative character: it is caused by a partial secretion of enzymes by the root cells, under unfavourable external conditions.

5) In the main the process of nitrate reduction to aminoacids, through the intermedial stages of nitrites and ammonia, takes place inside the plant cells and is also a fermentation process.

6) The process of oxidation of ammonia and nitrites does not take place either in the solution, nor in the plant, — this is clearly seen from the simultaneously made analysis of the plant sap and the exterior solution.

7) The absorption of nitrate from the solution, under normal conditions proceeds directly without any preliminary reduction of both the nitrites and the ammonia. The rate of absorption of each ion is regulated by the conditions of the external medium and the necessities of the plant itself.

ТОМ 18 БОТАНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ СССР № 4 1933
TOME 18 JOURNAL BOTANIQUE DE L'URSS № 4 1933

Л. С. ЛИТВИНОВ и М. А. ГУДЛЕТ

О методах определения водоудерживающей[1] и всасывающей сил почвы

(Получено 29/III 1931)

Водоудерживающая и всасывающая силы почвы имеют большое значение в водном режиме растений. В то время как первая непосредственно влияет на их водный баланс, вторая является одним из факторов, обусловливающих передвижение свободной воды в почве. Корни растений, окруженные почвой, можно рассматривать как единую двухфазную систему „растение-почва", причем части этой системы, в известном смысле, антагонистичные друг другу, находятся в состоянии подвижного равновесия, определяемого борьбой за имеющуюся в наличии воду. Границей, разделяющей обе фазы, является поверхность полупроницаемой перепонки, созданной из плазматических мембран корневых клеток.

Какова же природа сил, стремящихся оттянуть воду в противоположные стороны от поверхности, разделяющей обе части этой системы? Из каких элементов, другими словами, слагаются сосущая сила растения и водоудерживающая сила почвы? Если мы отбросим возможные, но не составляющие общего правила, чисто механические и другие влияния, то должны будем сказать, что по обе стороны полупроницаемой перепонки действуют силы двоякого рода: a) поверхностная энергия частиц (включая в это понятие и силы капиллярные) и b) осмотическое давление растворов. Содержание воды в тканях растений, в пределах их жизнеспособности, обычно настолько велико, что реальная поверхностная энергия составляющих их тело коллоидальных частиц должна быть крайне незначительна. Она проявляется и достигает больших величин только на поверхности организма, на границе с атмосферою, обычно имеющей большой дефицит насыщения водяными парами, или в месте соприкосновения корней с иссушенной почвой. В обоих этих случаях частицы, расположенные на поверхности организма, отсасывают воду оттуда, где ее много, т. е. изнутри растения. О механизме восполнения этой внутренней воды мы здесь говорить не будем, так как это не входит в наши задачи. Что же касается почвы, то здесь поверхностная энергия ее частиц подвержена довольно сильным колебаниям в зависимости от состояния увлажнения, причем для данной почвы наблюдается более или менее равномерное ее распределение в том или ином объеме. При состоянии минимального увлажнения, но когда еще не наступает быстрой гибели растения, поверхностная энергия почвенных частиц может достигать довольно больших величин. Как-раз обратные соотношения мы встречаем, рассматривая величины осмотических давлений почвенного раствора и растительных соков. Здесь, даже при состоянии минимального увлажнения, влекущего за собою неизбежную гибель растений, мы встречаемся с довольно низкими концентрациями почвенных растворов и в несколько раз их превышающими концентрациями растительных соков. На границе завядания растения, при условии отсутствия испарения воды его надземными органами, мы имеем равенство сумм, слагаемых водоудерживающей силы почвы, с одной стороны, и сосущей силы растений—с другой. Однако, на основании вышесказанного ясно, что самые слагаемые соответственно не будут равны друг другу. Поверхностная энергия почвенных частиц будет больше соответствующей энергии растительных коллоидальных частиц и, наоборот, осмотическое давление почвенного раствора будет меньше осмотического давления растительных соков. Равновесие при этих условиях возможно только при наличии полупроницаемой мембраны, между двумя частями нашей системы. Ясно, что та же мембрана, дающая возможность активного действия осмотическим силам системы, является также и необходимым условием полного проявления водоудерживающей силы почвы.

---

[1] Водоудерживающая сила почвы в настоящей статье нами рассматривается в несколько специфическом смысле, отличном от общепринятого понимания этого термина. Обычно водоудерживающей силой почвы называют ту силу, которая почва противопоставляет попытке отнять у нее воду механическим путем, например, центрофугированием. Водоудерживающая сила почвы в таком понимании равновелика всасывающей силе почвы, т. е. такой силе, с которою почва всасывает свободно передвигающуюся воду. Мы же в настоящей статье принимаем как водоудерживающую силу почвы ту силу, которую почва противопоставляет всасывающей деятельности корневой системы растений.

Теперь допустим, что наша мембрана продырявлена множеством мелких отверстий, делающих ее вполне проницаемой как для воды, так и для растворенных в ней веществ. При этом условии для растворенных в воде солей откроется возможность свободной диффузии через перепонку в обе ее стороны, и осмотическое давление сделается равным нулю.

Для нашего случая равновесия системы последнее уступит место неравновесному состоянию, так как на сцену выступит разница в величине поверхностной энергии почвенных частиц с одной стороны и коллоидальных частиц растений — с другой. Эта разность, как мы выяснили выше, компенсировалась ранее равной ей по величине, но обратной по направлению разностью осмотических давлений по обе стороны перепонки. В результате мы будем иметь водный ток со стороны тканей растений по направлению к почве. То же самое явление мы могли бы наблюдать и при неповрежденной мембране в момент каким-либо образом полученного выравнивания концентраций растворов по обе ее стороны.

Скорость тока, при этих условиях, будет в каждый данный момент прямо-пропорциональна градиенту падения поверхностной энергии частиц данного линейного расстояния и обратно-пропорциональна величине сопротивления прохождению водного тока. При этом совершенно безразлично, будут ли перед нами почвенные или растительные частицы, или, наконец, и те и другие.

Другими словами, наша система уничтожена. Растение, как таковое, не существует, и почва всасывает воду из того, что было растением так же, как это она делала бы по отношению к другому, более увлажненному своему участку, или же просто по отношению к свободной водной поверхности.

Итак, единственным фактором, обусловливающим непосредственно всасывающую силу почвы, является поверхностная энергия почвенных частиц, которая может проявлять свое действие как в присутствии, так и в отсутствии полупроницаемой перепонки. Общая водоудерживающая сила почвы слагается таким образом из всасывающей силы почвы плюс осмотическое давление почвенного раствора.

$$W = S + p.$$

Эта величина имеет непосредственное отношение к водному режиму растений и поэтому должна интересовать как агрономов, так и физиологов растений. Всасывающая же сила почвы, влияющая на передвижение свободной почвенной влаги, интересует главным образом почвоведов и лиц, занятых вопросами орошения.

Принципы методов, практиковавшихся до сего времени для измерения водоудерживающей и всасывающей сил почвы, прямо или косвенно вытекают из описанных нами выше условий, при которых имеет место проявление той или иной силы.

Так, если необходимым условием для полного проявления водоудерживающей силы почвы является наличие полупроницаемой мембраны, то естественнее всего, казалось бы, измерять ее, применяя осмометр. Этим путем и шли некоторые авторы.

В качестве примера можно привести работы Ливингстона (Livingston, 5) и Пюллинга и Ливингстона (Pulling and Livingston, 13). Однако применение осмометра при почвенных исследованиях очень неудобно вследствие ряда технических трудностей, устранимых лишь до известной степени. Сюда относится прежде всего невозможность создания совершенного контакта между полупроницаемой перепонкой и почвенными частицами. Поэтому ряд авторов стремится подойти к решению этой проблемы косвенным путем.

В качестве примера можно назвать работу Шюлля (Shull, 17), который предложил метод измерения водоудерживающих сил почвы (не совсем удачно им названный „методом измерения поверхностных сил почвенных частиц“) по степени набухания семян дурнышника (*Xanthium*) в субстратах, имеющих различное содержание воды и солей. Намачивая семена в растворах с заведомым осмотическим давлением, или выдерживая их в эксикаторе до постоянного веса над рядом различных заведомых концентраций серной кислоты, создающих определенные величины дефицита насыщения воздуха водяными парами, можно составить шкалу прибыли веса семян при определенных величинах водоудерживающей силы. Сравнивая затем величину набухания семян в испытуемом материале с данными шкалы, мы можем определить водоудерживающую силу испытуемого субстрата при данном его увлажнении.

Некоторые авторы, по примеру Шюлля, предложили ряд своих методов измерения водоудерживающей силы почвы по набуханию в ней кусков сухого дерева (Мазон, Mason, 12) или других мелкопористых тел, например фарфоровых игл (Ливингстон и Кокетсу, Livingston et Koketsu, 8). На описании этих методов мы останавливаться не будем, потому что мелкопористые тела, в отличие от семян, как известно, лишены полупроницаемой перепонки, присутствие которой является необходимым условием для измерения водоудерживающей силы, принимая ее в том смысле, который интересует нас в настоящей статье.

Авторы, избравшие критерием повышение веса набухающих пористых тел, измеряли на самом деле лишь всасывающую силу почвы, или равновеликую последней, но имеющую, если можно так выразиться, другое направление, ее водоудерживающую силу, в обычном понимании этого слова. Здесь всасывающей силе почвы противопоставлялась всасывающая сила пористого тела, и терялся эффект, который дали бы осмотические силы, если бы между двумя компонентами этой системы существовала полупроницаемая мембрана.

Наконец, был применен и еще один принцип определения водоудерживающей силы почвы, а именно: измерение дефицита насыщения воздуха водяными парами в замкнутом пространстве над испытуемым субстратом.

В последнее время принцип этот был разработан в трудах Бахмана (Bachmann, 1) и Градмана (Gradmann, 2). Последний автор выработал метод, пригодный для многочисленных и быстрых определений. Сущность этого метода заключается в следующем. На полоску фильтровальной бумаги помещается капля какого-нибудь осмотически-деятельного раствора, который по ней расплывается и высыхает. Помещая эту полоску в замкнутое пространство над растворами солей, имеющими определенное осмотическое давление, или растворами серной кислоты, мы можем констатировать на весах (автор употреблял микровесы с кварцовой нитью) определенную прибыль веса бумажки, по сравнению с абсолютно сухим или воздушно-сухим состоянием. Опыт дает возможность вычертить графику. Поместив эту бумажку в замкнутое пространство над испытуемой почвой и измерив прибыль ее веса, мы, найдя эту величину на графике, прочтем и соответствующую ей величину водоудерживающей силы испытуемой почвы.

Принцип практикуемых в настоящее время методов определения всасывающей силы почвы, точно также вытекает из условий проявления этой силы в чистом виде. Так, для того, чтобы исключить действие осмотического давления почвенного раствора, достаточно в осмометре, окруженном почвою, разрушить полупроницаемую перепонку. Можно, например, заменить ее пористой фарфоровой пластинкой. Тогда вода или раствор, налитые в осмометр, будут поступать в почву под воздействием только одной всасывающей силы. Действие этой последней можно измерить, приключив к прибору обыкновенный ртутный манометр. Методическую разработку этого принципа мы имеем в трудах Ливингстона (6), Ливингстона и Хаукинса (Livingston and Hawkins, 7), Коренева (4) и в самое последнее время Шоу (Schaw 16), которые пользовались пористой свечой Шамберлена для конструируемых ими приборов. Отрицательной стороной их методики, как и для осмометрических измерений, является трудность создания совершенного контакта между пористым сосудом, откуда поступает вода, и почвою. Кроме того, конструкция приборов делает невозможною измерение величин всасывающей силы почвы выше одной атмосферы. Обойти последнее затруднение представляется возможным применением вышеупомянутого косвенного метода измерения всасывающих сил почвы по привесу воткнутых в нее мелкопористых тел. Вес тел при этом должен быть заранее измерен при различных величинах дефицита насыщения воздуха водяными парами, т. е. после выдерживания данного тела над различными растворами осмотически деятельных веществ или серной кислоты. Само собой понятно, что прямое намачивание пористых тел в растворах определенных концентраций в данном случае совершенно неприменимо.

Мыслим, наконец, и еще один принцип измерения всасывающей силы почвы, при применении которого был бы устранен вышеприведенный недостаток прямого метода Коренева и других авторов. Принцип этот основан на выведенном выше уравнении:

$$W = S + p$$

откуда

$$S = W - p,$$

т. е. измерив одним из вышеописанных способов водоудерживающую силу почвы и определив осмотическое давление почвенного раствора, мы можем вычислить всасывающую силу почвы по разности между первой и вторым. Этим путем, насколько нам известно, не шел еще ни один исследователь, вероятно вследствие необходимости при применении этого метода делать дополнительные определения осмотического давления почвенного раствора, который не всегда легко бывает получить, да к тому же мы не знаем и вполне надежных способов его получения. Однако, как покажет дальнейшее изложение, при некоторых специальных заданиях использование последнего принципа в несколько видоизмененном виде оказывается едва ли не единственно-возможным для определения сосущих сил почв.

Дело в том, что все излагавшиеся принципы определения водоудерживающей и сосущей сил почв, не исключая и последнего в его чистом виде, не могут быть применены к почве в целом, как к естественно-историческому образованию. Пользуясь ими, мы можем определять водоудерживающую и сосущую силы только в ограниченном объеме почвы, например в образцах, взятых из отдельных генетических почвенных горизонтов, да и то при условии частичного или полного разрушения их естественной структуры, что должно сказываться на точности определений. Получаемые же для отдельных горизонтов цифры только очень отдаленно могут характеризовать ту среднюю водоудерживающую и сосущую силы почвы, которые имеются в непосредственной близости к корневым системам растений на всем их протяжении. Если бы мы попытались вывести среднее арифметическое из определений этих сил для горизонтов, простирающихся до глубины распространения данной корневой системы, то последние все-таки будут совершенно нереальной величиной, так как сами генетические почвенные горизонты обладают различной мощностью. Такой прием не подвинул бы нас ни на шаг к точному представлению интеграла окружающих корневую систему сил. Если бы мы вывели средние величины сил пропорционально мощности отдельных горизонтов, то нам встретилось бы новое затруднение. Ведь корневая система ветвится в отдельных генетических почвенных горизонтах, в самых разнообразных соотношениях вне всякой зависимости от их мощности. При нашем современном состоянии знаний по морфологии и экологии корневых систем, является почти невозможным, и во всяком случае себя не оправдывающим трудом,— учет разветвленности активных окончаний корневых систем по отдельным почвенным горизонтам. Без этого же учета немыслимо определить степень участия горизонтов в их влиянии на корневую систему. Наконец вспомним, что механический и химический состав почвы так же, как и ее структура, постепенно изменяются с глубиною даже в пределах одного и того же почвенного горизонта и что это же явление мы наблюдаем и в отношении влажности почвы (увеличение увлажнения с глубиною—„мертвая прослойка“ и т. п.) Эти последние обстоятельства указывают на то, что водоудерживающая и сосущая силы почвы также не должны оставаться неизменными в пределах одного почвенного горизонта, а постепенно изменяться в зависимости от того, на какой глубине мы будем производить определения.

Все вышеизложенное убеждает нас в том, что методы, основанные на изложенных нами выше принципах, смогут многое дать в смысле дробного анализа распределения сосущей и водоудерживающей сил в почвах, но что они окажутся бессильными дать ответ на вопрос в синтетической его постановке. Для этого нужны методы, построенные на иных принципах. Попытки отыскания такого принципа и составили тему настоящей работы.

Руководящей идеей нашего исследования явилась мысль, что наилучшим индикатором на совокупность силовых влияний на корневую систему должна явиться сама корневая система. Схема, которую мы приводили в начале настоящей работы, уже указывает на возможность поисков в этом направлении. Кроме того, в литературе имеется достаточно прямых и косвенных указаний на ряд фактов, говорящих за то, что наша предвзятая мысль не лишена веских оснований. Все эти факты сводятся к тому, что в динамическом отношении корневая система ведет себя по отношению к субстрату, с которым соприкасается, подобно осмометру, в который налит раствор с осмотическим давлением, равным таковому в пасоке. Первым установил с достаточной определенностью это положение Д. А. Сабинин (14). В цитируемой нами его работе имеется разбор литературы, которая с достаточной полнотой освещает факты, установленные еще до ее напечатания рядом других авторов и подтверждающие то же положение. Поэтому мы не будем вдаваться во вторичный разбор этих фактов, точно так же, как и в изложение работы Д. А. Сабинина, само название которой („О корневой системе, как осмотическом аппарате“) с достаточной ясностью говорит о теме, которой она посвящена. Упомянем только, что на осмометроподобном поведении корневой системы основан даже самый метод определения сосущей силы корней, предложенный Д. А. Сабининым. Этот метод себя оправдал как в работах автора, так и в последующих работах одного из нас (9). Точно также из последовавшей вскоре затем работы Литвинова и Гебгардт (11) можно заключить, что поведение корневой системы в почвенных условиях в принципе не отличается от осмометроподобного поведения ее на культурных растворах. Положения этой работы были впоследствии еще более развиты в следующей работе Литвинова (10), где уже содержится намек на возможность воспользоваться плачем растений для определения всасывающей и водоудерживающей силы почвы.

В этой работе автор даже пытается дать несколько цифр этих величин для различных растений на разных почвах, цифр, приуроченных к моменту определенного почвенного увлажнения, характеризуемого остановкою плача у испытуемых растений. Однако, самый принцип метода в этой работе еще не получил достаточно полной разработки, благодаря чему недостаточно изложены как техническая сторона метода, так и взгляды, относительно степени его точности. Настоящая работа имеет целью по мере возможности заполнить эти пробелы (не претендуя, однако, на исчерпывающую разработку метода, что является делом времени, так как требует нескольких лет исследований).

Если мы будем рассматривать корневую систему как осмометр, погруженный в почву, то должны будем признать существование обратно-пропорциональной зависимости между величиною водоудерживающей силы почвы и скоростью протекания плача, при условии постоянства осмотического давления пасоки. Т. е. при водоудерживающей силе почвы, равной нулю, скорость плача должна быть максимальной точно так же, как и давление плача, измеряемое манометром. При повышении водоудерживающей силы, мы будем иметь снижение скорости плача и уменьшение показываемого манометром его давления. При величине водоудерживающей силы, равной осмотическому давлению пасоки, мы будем иметь полную остановку плача и отсутствие разности уровней ртути в коленах приключенного манометра. Наконец, при дальнейшем возрастании водоудерживающей силы, мы будем наблюдать явление так называемого обратного плача, и манометр нам покажет отрицательное давление, абсолютная величина которого будет все более увеличиваться по мере возрастания водоудерживающей силы почвы. Как мы уже отмечали, водоудерживающая сила почвы, в момент прекращения плача, будет равна осмотическому давлению пасоки, т. е.

$$W = P.$$

Когда мы имеем положительный плач, водоудерживающая сила почвы будет меньше силы корневого сосания на величину давления плача ($W < P$)

$$W = P - M.$$

Наконец, при обратном плаче мы будем иметь $W > P$

$$W = P + M.$$

На основании этого можно написать общую формулу для выражения водоудерживающей силы почвы в величинах осмотического давления пасоки и манометрического давления плача:

$$W = P - (\pm M) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (I)$$

Откуда вытекает и общая формула для вычисления всасывающих сил почвы:

$$S = P - (\pm M) - p \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (II)$$

При расчетах все величины должны быть, конечно, выражены в одинаковых единицах, удобнее всего в атмосферах. Таким образом для измерения водоудерживающей силы почвы, окружающей корневые системы, необходимо только измерение осмотического давления пасоки и манометрического давления плача, что можно сделать довольно легко и точно.

Как это показала в своей работе Гебгардт (3), пасока даже различных видов растений, произрастающих в одинаковых почвенных условиях, имеет близкие величины осмотического давления. Поэтому всегда предоставляется возможным собрать необходимое для криоскопических определений количество пасоки с одного или нескольких экземпляров интересующего нас вида, имеющих среднее, одинаковое на-глаз развитие. Параллельно с этим на такие же растения можно установить один или несколько штук обыкновенных открытых ртутных манометров с пространством между пеньком и ртутью, нацело заполненным дестиллированной водой. Если мы имеем положительный плач, то полезно ставить манометры уже с искусственно созданной положительной разницей давления, близкой к ожидаемой, величину которой можно определить предварительными разведочными постановками. В случае отрицательного плача можно создать некоторую отрицательную разницу, близкую к ожидаемой. Искусственная разность давлений обыкновенно создается или наклонением манометра в ту или иную сторону при постановке (причем конец трубки, приключаемый к растению, находится все время под водой), или нагнетанием и высасыванием воздуха ртом из его открытого колена. При этих условиях ртуть в манометре достигает гораздо быстрее стандартной высоты. Более одних суток держать манометр на пеньке не представляется целесообразным, в виду постепенного уменьшения жизнедеятельности корневой системы, лишенной верхних органов, и могущих наступить изменений на поверхности среза, вроде закупорки сосудов бактериями и т. п. При определениях водоудерживающей силы, при условии отрицательного плача, мы конечно не можем одновременно собирать пасоку и определять ее осмотическое давление. В таких случаях приходится допустить некоторую условность и принять величину осмотического давления пасоки последнего дня сбора перед прекращением плача за исходную. Можно, конечно, еще проверить эту величину, искусственно вызвав плач усиленной поливкой растений и определить осмотическое давление пасоки, собранной таким обрзазом в день манометрического определения.

Наши поверочные опыты при этом способе проверки дали колебание в 1—3 десятых долей атмосферы в ту и другую стороны. Конечно, мыслим еще один, пожалуй, самый наилучший путь добывания пасоки в день определений с помощью вакуума. Однако этот путь не всегда бывает удобно осуществимым, и нами лично в полевых условиях не применялся. Мы здесь не будем говорить о самой технике постановки манометров на пеньки растений, так же как и о технике сбора пасоки. Первая общеизвестна, а вторая крайне проста, причем описание ее можно найти в работах Сабинина и его учеников. Перейдем прямо к описанию производства определений всасывающей силы почвы.

Для определения последней, по разности водоудерживающей силы почвы и осмотического давления почвенного раствора, надо прибавить еще один методический момент, а именно: получение самого почвенного раствора и определения его осмотического давления. К сожалению, этот момент не может быть избавлен от элемента условности, который в нем заключается. Дело в том, что осмотическое давление почвенного раствора, конечно, не остается одинаковым в различных генетических почвенных горизонтах, а может быть даже и в пределах одного и того же горизонта. По причинам же, изложенным на стр. 263, мы не в состоянии вывести той средней величины осмотического давления почвенного раствора, которая являлась бы реальной для корневой системы, взятой в целом. Правда, самые величины осмотического давления почвенного раствора при значительных степенях иссушения почвы в большинстве случаев должны оказаться значительно ниже всасывающей силы почвы, обусловливаемой поверхностной энергией почвенных частиц. Однако, это все-таки не избавляет нас от необходимости сделать условный выбор какой-либо величины. Правильнее всего было бы считаться в таком случае с осмотическим давлением верхнего, аккумулятивного горизонта, так как все-таки в большинстве случаев он содержит большее количество корневых разветвлений по сравнению с другими горизонтами (Качинский). Однако для некоторых специальных расчетов можно избрать другой принцип. Можно, например, принимать осмотическое давление того горизонта, где оно окажется наиболее высоким. В этом случае мы получили минимальную, т. е. заведомо ниже реальной, всасывающую силу почвы для данного растения и данного срока. Приняв, наоборот, минимальную величину осмотического давления почвенного раствора, мы будем иметь для всасывающей силы почвы максимальную величину, заведомо высшую, чем реальная. При некоторых специальных заданиях такие условные цифры могут хорошо послужить к характеристике порядка величин, в которых может колебаться всасывающая сила почвы в естественных условиях. В помещенной ниже таблице, мы, например, высчитываем везде минимальную величину сосущей силы почвы, и все-таки эта величина оказалась примерно втрое выше порядка максимальных цифр, полученных Кореневым. Полученные нами цифры, на наш взгляд, более приближаются к реальным величинам, которых можно ожидать в природе, и преуменьшенные данные Коренева следует отнести за счет ряда тех особенностей его методики, о которых мы уже упоминали выше. Относительно методики получения почвенного раствора нам остается сказать очень немного.

Как мы уже упоминали, вполне надежных методов получения почвенного раствора не существует. На наш взгляд, наилучшим явился бы метод Дояренко, где почва перемешивается с парафиновым маслом, затем эмульсия почвенного раствора и масла отпрессовывается, и последующее разделение этих жидкостей достигается центрифугированием. Однако, за отсутствием соответствующей аппаратуры, мы не могли воспользоваться этой методикой и добывали почвенный раствор путем вытеснения его дестиллированной водой из проб с ненарушенной структурой, взятых с помощью бура Дояренко. Этот метод является, на наш взгляд, менее точным, чем описанный выше.

В помещенной ниже таблице сведены полученные нашим методом данные измерений водоудерживающей и сосущей силы маломощного чернозема II разности Троицкого опытного поля под культурой маслянистого подсолнечника 169. Данные эти относятся к периоду, когда положительный плач растений прекратился, заменившись слабым отрицательным. Этот момент мы считаем за начало такой почвенной засухи, которая приносит растениям страдания, поэтому он и интересовал нас в наших исследованиях. Осмотическое давление пасоки принято равным 2,53 атмосферы, — цифра, которую мы получили при двух повторностях непосредственно перед прекращением плача (17 июля). Осмотическое же давление почвенного раствора принято равным 0,54 атмосферы — максимальная величина, полученная нами

Таблица данных манометрических измерений.
Table of data of manometric measurement

№ наблюдения Observation number	Дата Date	Почвенная влажность Soil moisture			Среднее пок. почв. термометра. Average reading of soil thermometer	Разность ртутн. столб. при постан. Diff. of merc. at the setting of manometer	Устан. разность. Difference established	Величина водоудерж. силы. Value of waterholding force	Величина сосущей силы. Value of suction force
		Абсолют Absolute	В % % от полн. капилл. влагоемк. In % of full capill. moisture	Физиолог. доступн. Physiolog. accessible					
	1929 г.								
1	20/VII	22,08 %	44,87	0,0					
		22,57 %	64,22	1,45					
		21,35 %	85,77	0,53	22,5°	—17 см	—7,5 см	2,63A	2,09A
		19,34 %	85,30	0,26					
		21,87 %	44,45	0,0					
		20,13 %	57,08	0,0					
		21,44 %	86,13	0,62	16,8°	—17 „	—7,5 „	2,63A	2,09A
3	22/VII	20,83 %	91,90	1,75					
		20,25 %	41,15	0,0					
4	24/VII	19,19 %	54,61	0,0	18,7°	—17,5 „	—7,5 „	2,63A	2,09A
		21,73 %	87,34	0,91					
		20,40 %	88,65	1,01					
		17,30 %	35,18	0,0					
5	26/VII	19,35 %	55,06	0,0	22,7°	+4 „	—6 „	2,61A	2,07A
		16,38 %	68,22	0,0					
		20,36 %	89,84	1,28					
		18,17 %	36,93	0,0					
6	27/VII	20,46 %	58,22	0,0	24,9°	+2 „	—9,5 „	2,65A	2,11A
		17,52 %	70,38	0,0					
		18,70 %	82,52	0,0					
		17,65 %	35,83	0,0					
8	3/VIII	13.84 %	36,53	0,0	21,6°	+3 „	—7,5 „	2,63A	2,09A
		16,61 %	66,97	0,0					
		16,58 %	73,16	0,0					
		16,35 %	33,23	0,0					
9	5/VIII	18,64 %	53,32	0,0	23,3°	+1 —	—4,5 „	2,59A	2,05A
		16,41 %	65,93	0,0					
		16,55 %	73,03	0,0					
		19,68 %	40,00	0,0					
10	7/VIII	17,23 %	49,03	0,0	20,4°	— 1	—6 „	2,62A	2,08A
		16,60 %	64,28	0,0					
		17,27 %	76,21	0,0					
12	11/VIII	нет	—	—	18,5°	— 5	—6 „	2,62A	2,08A
13	14/VIII	нет	—	—	21,2°	+2	—6 „	2,62A	2,08A

для горизонта „А“ 27 июня за трехнедельный период наших определений. Кроме цифр, относящихся непосредственно к нашим наблюдениям, в таблице содержатся данные по состоянию почвенного увлажнения и температуры, полученные А. Н. Словохотовой.

Как видно из рассмотрения таблицы, цифры почвенного увлажнения колеблются за период опытов в небольших пределах. Точно также мы замечаем очень маленькие разницы в показаниях нашего манометра, несмотря на предварительное придание ему самых разнообразных положительных и отрицательных давлений (надо указать, что в таблице не приведен целый ряд опытов, которые вызывали какие-либо сомнения в их чистоте и признавались нами за разведочные. Они обычно имели сходный с табличным результат). Разницы эти идут вне всякой видимой связи с направлением изменения почвенной влажности и температуры. Повидимому, изменения, которые привносятся ростом корней на протяжении периода опытов, оказываются более существенными и затушевывают картину зависимости, которую можно было бы ожидать. Возможно, что здесь имело место и изменение концентрации пасоки в сторону ее повышения, которую мы не имели возможности учесть. К сожалению, мы не вели также определений водоудерживающей и сосущей силы почвы другими методами как из-за неимения соответствующей аппаратуры, так и за недостатком времени. Конечно, такие определения, будучи диференциальными, не смогли бы дать цифр, вполне сравнимых с нашими величинами, имеющими синтетический характер, однако они могли бы указать на общее сходство или отличие от них порядка тех величин, которые мы получали. Кой-какие заключения в этом отношении можно сделать, основываясь на имеющемся литературном материале. Так, например, Шюлль (17) нашел, что величина водоудерживающей силы почв, иссушенных до коэфициента завядания, колеблется между тремя и четырьмя атмосферами. Другие авторы, например Градман (2), дают иногда цифры, еще более низкие: 2, 5 атмосферы. Хотя на нашей почве мы ни разу не наблюдали перманентного завядания подсолнечников, но состояния увлажнения у нас были равными и более низкими, чем двойная максимальная гигроскопичность. В этих условиях цифры наши колеблются между 2,6 — 2,7 атмосферами, и, как видно, по порядку очень близки к величинам, полученным другими исследователями. В цитированной же выше работе одного из нас (Л. С. Литвинова) водоудерживающая сила почвы для различных растений и различных почв колеблется в пределах от 2,4 до 4,1 атмосфер, укладываясь опять в те же границы, которые указаны и другими авторами. Все это вместе взятое, как наши теоретические соображения, так и полученные наши рекогносцировочные экспериментальные результаты, позволяют нам надеяться, что предлагаемый нами метод, при его дальнейшей проверке и разработке (что осуществлено в работе Литвинова и Сипотницкой), сможет послужить к характеристике водного режима растений и сил, развиваемых почвою в полевых условиях.

Литература

1. Bachman F. Ueber die Beziehungen zwischen dem Wassergehalt des Bodens und seinem Wasserdumpfdrücke, sowie über diejenigen der Saugkraft des Bodens und dem Welken von Pflanzen. Arch. f. Wiss. Bot. 4 B. 1927.— 2. Gradmann H. Untersuchungen über die Wasserverhälltnisse des Bodens als Grundlage des Pflanzenwachstums". Jahrb. f. Wiss. Bot. 69 B. I H. 1928. — 3. Гебгардт А. Г. Осмотическое давление пасоки растений в зависимости от почвенных условий. Изв. Биол. научно-иссл. ин-та при Пермск. гос. ун-те. Т. VI, вып. 2. Пермь, 1928. — 4. Коренев В. Г. Всасывающая сила почвы и принципы автоматического орошения почвы. Изд. Гос. инст. сельск. хоз. М. наркомзема. Москва. 1925. — 5. Livingston B. E. The relation of desert plants to soil moisture and to evaporation. Publ. 50 Carn. Inst. of Washingt. 1—77 1906. —

6. Livingston B. E. A method for controlling plant moisture. Plant World. 11 39—40 1908. — 7. Livingston B. E. and Hawkins E. The water-relation between plant and soil. Publ. 204 Carn. Inst. 1—48 Washingt. 1915. — 8 Livingston B. E. and Koketsu R. The water-supplying power of the soil as relation to the wilting of plants. Soil Sc. 9 469—485 1920. — 9. Литвинов Л. С. Изменение силы осмотического сосания корневой системы в зависимости от концентрации питательного раствора. Изв. Биол. научно-иссл. ин-та. при Пермск. гос. ун-те. Т. X, вып. 10. Пермь, 1926. — 10. Литвинов Л. С. О протекании явлений почвенной засухи. Резолюция работ за 1927 г. Агрохим. отд. Пермск. сельско-хоз. опытн. станц. Пермь. 1928. — 11. Литвинов Л. С. и Гебгардт А. Г. О плаче степных растений. Изв. Биол. научно-исслед. ин-та При П Г У, т УI, вып. 2. Пермь, 1928. — 12. Mason T G. The physiological humidity of the soil and its direct determination. West. Ind. Bull. 19. № 2.—13. Pulling H. E. and Livingston B. E. The Watersupplying Power of the soil as Indicated by Osmometers. 1925.—14. Сабинин Д. А. О корневой системе, как осмотическом аппарате. Изв. Б. Н. И. И.при ПГУ т. IУ прилож. 2-е. Пермь, 1925.—15. Трофимов. Некоторые наблюдения над изменением почв. раствора паровых полей в течение вегетациоиного периода. Научно-агр. журнал т. I № 9—10 1924. — 16. F. Schaw. The Measurement of Suctions Forces in Soils. Soil Sc.. Vol. XXVII Febr. 29 № 2. — 17. Schull Ch. A. Measurement of the Surface Forces in Soils. Bot. Caz. 62. 1—31.

L. S. LITVINOV and M. A. GOODLET

Method for determining the water-holding and suction forces of soils under field conditions.

(Trans-Ural Region, Agricultural Experiment Station, Division of Agrochemistry)

The method for determining the water-holding and suction forces of soils we are putting forth is based on two propositions:

1. The root system of the plant behaves as to dinamics like an osmometer dipped in the soil and filled with liquid having an osmotic pressure equal to that of the sap (*P*) (Sabinin, 14).
2. The water-holding force of the soil (*W*) is equal to the sum of its suction force (*S*), determined by the surface energy of soil particles (Korenev and others), and osmotic pressure of soil solution (*P*).

Hence we obtain two formulae:

1. for determining the water-holding force of soil

$$W = P - (\pm M) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

2. for determining the suction forces of the soil

$$S = P - (\mp M) - p \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

In both these formulae (*M*) stands for the manometric difference of the pressure of bleeding, which may be both positive and negative. Unlike the methods of determining the suction and water-holding forces of the soil applied hitherto, our method bears an integral character because with its aid we measure the total amount of water-holding or suction force of the soil applied to a given root system as a whole. The table appended to our work contains data of determinations obtained by our method on weak tchernozem of the 2 variety of the Troitsk experiment field. The determinations were made at the period, when after the cessation of positive bleeding of plants the weak negative one began.

The moisture of the soil amounted to twice the maximum hygroscopic capacity. As it will be seen from the table, we have found the water-holding force of the soil under a crop of oleiferous sunflower (169) to

---

[1] In this paper we give the water-holding force of the soil another meaning, than is usual. I mean by it the force which has to be over come by the root system of plants in order that water may flow towards a root system from the soil.

rangc between 2,6 and 2,7 and a suction force between 2,05 and 2,14 atmospheres. Earlier determinations made by one of us (10) give values of water-holding force ranging from 2,4 to 4,1 atmospheres for various solls at the period of cessation of plant bleeding. Such an order of values agrees with the data obtained by Schull (17), Gradmann (21) and some other scientists for soil moistened to the level of the wilting coefficient. The latter circumstance leads us to hope that our method being further applied and improved will be possibly of use for characterizing both the water regime of plants and the forces developed by soil complexes. The calculation of these complexes is of undoubted interest for the making of irrigation plans.

ТОМ 18 БОТАНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ СССР № 4 1933

TOME 18 JOURNAL BOTANIQUE DE L'URSS № 4 1933

М. М. ИЛЬИН

Новый вид рода Salsola L. как предполагаемый междуродовой гибрид

(Получено 4/III 1933)

Самым интересным, здесь описываемым видом является *Salsola forcipitata* Iljin, так названная по характеру своего рыльца, схожего по внешности со щипчиками. По своему облику она с первого взгляда не отличима от *Salsola sclerantha* C. A. M. и часто растет с ней совместно, поэтому неоднократно можно наблюдать, что эти две солянки наклеиваются рядом на одном и том же гербарном листе. Из весьма пока немногочисленных сборов этого нового вида в трех случаях гербарные листы заключали и ту и другую солянку. В одном же случае, именно в сборе Борнмюллера (между Джиликулем и Кабадианом, 16.VIII. 1913, № 1056), на одном листе оказались, кроме этих двух видов солянок, еще *Halocharis hispida*, причем внешне все три вида не выделялись и давали габитуально схожее впечатление. Что такая сопряженность встречаемости при сходном внешнем облике не является чистой случайностью, это следует из исследования их признаков. Мы предполагаем, что *Salsola forcipitata* Jljin есть результат скрещивания *S. sclerantha* C. A. M. и *Halocharis hispida* C. A. M. Замечательно, что в этом редком по характеру гибриде сочетаются не только признаки родителей, но появляются некоторые признаки, несвойственные ни тому ни другому. Кроме того, в противовес большинству гибридных форм, он проявляет необычайную стойкость всех своих признаков, не уступая в этом отношении лучшим линнеонам. Проделаем этот анализ.

Прежде всего при рассмотрении волосяного покрова мы видим, что у *S. sclerantha* C. A. M. волоски в нижней части стебля очень тонкие, длинные и спутанные, у *Halocharis hispida* C. A. M. они толстые, оттопыренные, явно членистые, в виде щетинок. *S. forcipitata* Jljin имеет щетинки точно такого же типа. Далее, пыльники у *S. sclerantha* C. A. M. с гнездами, расходящимися немного глубже половины их длины и наверху с тупым, яйцевидным придатком; у *Halocharis hispida* C. A. M. гнезда пыльников разделены нацело до самого придатка, который имеет ланцетную, тонко заостренную форму. Нашему виду свойственны пыльники последнего типа, но с яйцевидным придатком, оттянутым в тонкое заострение. Кроме того, весь облик растения, а также характер мучнистого налета, одинаково свойственных как *S. sclerantha* C. A. M., так и *S. forcipitata* Jljin. Но ряд признаков у нашего нового вида вообще нов и не повторяется у его двух родителей. Это прежде всего явно заостренные листья (у родоначальных форм они тупые), а затем своеобразный тип рыльца: они широколинейные, желобком внутрь согнутые, а наверху явно расширенные и в расширенной части пленчатые, большей частью розовые, по краю зазубренные, назад не отогнутые, но собранные для улавливания пыльцы воронкой. У *S. sclerantha* С. А. М. рыльца у верхушки только едва расширенные и большею частью отогнуты назад. *Halocharis hispida* С. А. М. имеет рыльца шиловидные. Таким образом, в лице *S. forcipitata* Jljin мы имеем междуродовой гибрид, приобретший сразу уже все свойства вполне константного линеевского вида. Несмотря на такое происхождение, мы считаем вполне уместным оставить принадлежность за этим видом к роду *Salsola*, так как он не обладает ни одним признаком, идущим в разрез с характеристикой этого рода. Кроме того, по существу и роды *Salsola* и *Halocharis* в своих границах весьма условны или во всяком случае отличаются только одним признаком: отсутствием крыловидных придатков на околоцветнике. Род *Halocharis* обычно отличают от рода *Salsola* по вертикально расположенному плодику, бескрылому при плодах околоцветнику и пыльникам, расходящимся своими гнездами доверху и снабженным ланцетным заостренным придатком. Если мы проанализируем мысленно весь род *Salsola*, то найдем, что первый признак вовсе не выдержан, и плодики принимают в этом роде то горизонтальное, то косое, то вертикальное положение, причем у одних видов имеется или только одно положение или могут быть все три типа плодиков у одного и того же вида. Так, например, у *S. brachiata* Pall., *S. Aucheri Bge* и *S. cana* C. Koch они всегда вертикальные, у *S. Soda* L., *S. mutica* С. А. М., *S. nitraria* Pall. и многих других плодики бывают как горизонтальные, так и косые, а у *S. gemmascens* Pall., *S. gossipina* Bge, *S. affinis* С. А. М., *S. daghestanica* Lipsky и др. они встречаются всех положений, но, понятно, у большинства видов плодики занимают горизонтальное положение. Следовательно, признак положения плодика как характерный родовой для *Salsola*, должен быть отброшен, а поэтому и такие виды как *Noea cana* Fom. и *Noea Aucheri* Moq., которые и габитуально близки к роду *Salsola*, должны быть включены в этот род. Так же, собственно, обстоит дело и с пыльниками. Пыльники с заостренными, ланцетными придатками и глубоко или почти нацело расходящимися гнездами имеются у целого ряда видов, как-то: *S. daghestanica* Lipsky, *S. gohsipina* Bge, *S. aurantiaca* Bge, *S. Aucheri* Bge, *S. cana* C. Koch и др. Мы видим, следовательно, что в отношении всех этих признаков мы имеем многократное и сложное перекрещивание в пределах рода всего в целом. Особенное значение в этом отношении приобретают южная Туркмения и Таджикистан как очаги, где благодаря наличию целого ряда родов из сем. *Chenopodiaceae*, выковываются в значительной части путем гибридизации новые виды солянок. Высокий эндемизм не только видового, но и родового порядка в этом семействе для Средней Азии в значительной мере можно объяснить процессами гибридизации. Мы не придаем последнему обстоятельству всеобъемлющего и решающего значения в процессе видообразования, но не хотим закрывать глаза на те факты, которые явно говорят о роли последнего в эволюции. Было бы желательно подвергнуть опытному скрещиванию *Salsola sclerantha* С. А. М. и *Halocharis hispida* С. А. М. Ниже привожу описание этого любопытного вида:

Salsola forcipitata Jljin sp. nov., annua, 10—30 *cm* alt., a basi ramosa, ramis patentibus, canescentia, farinosa, in parte inferiore setifera, setis articulatis, longis, horizontaliter dispositis. Folia alterna, semicylindrica, tenuiter attenuata, apice plerumque inflexa, setifera, aestivatione decidua, floralia valde brevia et lata, bracteolis fere semiorbicularibus breviora. Flores solitarii, bracteolis subduplo longiores; perianthium 3,5—5 *mm* long., phyllis obtusiusculis, dense farinosis partim pilosis, fructificatione alas membranaceas, reniformes vel semiorbiculares, roseo-purpurascentes evolutis; antherae ex toto disjunctae, apice appendice ovoideo, tenuiter

attenuato, sessili instructae; stigmata in forma forcipitis, linearia, lata, interne sulcata, apice dilatata et hic membranacea et margine denticulata, stylo subaequilonga. Semen horizontale.

Declivia salsuginosa montium in partibus inferioribus in regione Tadshikistan centralis.

Spec. typicum: prope ripam fl. Amu-Darja inter Ovrashnoe et Ormenek, 26—IX—1931, № 318, leg: Gontscharov et Matveev.

Species nostra habitu cum *S. sclerantha* CAM congruit, sed forma stigmatis, antherae, pilorum et foliis acuminatis valde distat.

Ниже привожу описания еще шести видов рода *Salsola*.

S. excellens Jljin sp. nov., annua, 5—15 *cm* alt., flavescenti-virescentia, a basi dense ramosa, rigidiuscula, caulibus et ramis albidis, glabris, foliosis. Folia alterna, parvula, fere triquetro subcylindrica, sessilia, apice spinulifera, glabra vel saepius vix exasperata, reclinata; bracteolae valdae parvulae, gemmulaeformes, obtusae, flore et bractea breviores. Flores solitarii; perianthii phyllis ovoideis, marginato paleaceis, fructificatione alas angustas, cuneatas, flavescentes, non pellucidas, integerrimas, apice solum inciso-dentatas, manifeste remotas, omnino in forma stellae formantibus, 3—5 *mm* diam. (cum perianthio); antherae inappendiculatae; stigmata fere capitata et subsessilia.

In steppis arenosis in regione Kisyl-Kum in ostio fl. Amu-Darja.

Spec. typicum: arenae Kisul-Kum, in steppis arenosis prope Mablyk, 13—VI—1932, № 419, leg. Ph. Russanov.

Syn.: *Horaninovia excellens* Jljin in herb.

S. Komarovi Jljin sp. nov., annua, 10—40 *cm* alt., glabra, a basi ramosa. Folia alterna, semicylindrica, anguste linearia, ima fere plana, basi vix dilatata, apice brevissime mucronulata, horizontaliter fere reclinata, bracteata valde dilatata; bracteolae latae, supra subito attenuatae, carinatae, bracteis breviores, fructificatione basi simul cum bractea et perianthio concretis. Perianthium glabrum, fructificatione subcylindricum, fere apterum vel supra medium alis vix evolutis; stigmata filiformia, stylo multoties longiora.

Jn littora Asiae orientalis: regio Ussuriensis, Korea, China, Japonia.

Spec. typicum: regio austro-ussuriensis, prope pagum Rjasanovka, VII—1911, leg. Gordeev.

Syn.: *S. soda* Fr. Schmidt. Sachal. (1874) №371 (non *L.*); Komarov. Fl. Mandsh. II (19) 163; Комаров и Алисова. Опред. раст. Дальневост. края I (1931), стр. 480.

S. maracandica Jljin sp. nov., suffrutex, 25—70 *cm* alt., valde ramosa, glabra. Folia alterna, semicylindrica, anguste-linearia, 10—30 *mm* lng., obtusa, glaucescentia, glabra, basi leviter dilatata supra basis strangulata; bracteolae latae ovoideae, margine paleaceae, viridi-carinatae, bractea breviores. Flores in inflorescentia spiciformia dispositi; foliola perianthii fumosa, tenuiter paleacea, ovoidea, obtusa, fructificatione alas reniformes, membranaceos, purpureos formantia, 6—9 *mm* diam.; antherae appendice fere punctato vel parvulo ovoideo, sessili instructae; stigmata subulata, stylo multoties longiora.

Declivia lapidosa in Asiae Mediae in regione Pamiro-Alai.

Spec. typicum; in valle fl. Seravschan in Zachmatabad et Obúrdon, 1932, leg. P. Ovczinnikov.

Nostra species ad *S. arbusculam* L approximata, sed ramis non albidis, phyllis perianthii obscuris, alis majoribus etc. aberrit.

S. transhyrcanica Jljin sp. nov., frutex 40—70 *cm* alt., divaricato ramosus, ramis virgatis, albidis, dense et brevissime papillosis. Folia alterna, anguste linearia, crassiuscula, fere plana, 2—3 *mm* lat., dense papillosa, subtus nervo prominenti instructa, basi breviter dilatata, supra basis strangulata, apice brevissime cartilagineo apiculata vel rarius obtusa; bracteolae latae, obtuse carinatae, perianthio breviores. Flores solitarii; phylla perianthii chartacea, obtusa, anguste paleaceo-marginata, fructificatione alas membranaceas, plerumque flavescentes, reniformes vel late ovoideas formantia 10—13 *mm* diam. Stigmata stylo subaequilonga vel paulo longiora, subulata.

Turcomania: insulae maris Caspii.

Spec. typicum: prope Krasnovodsk, insula Dagada, leg. Eichwald.

Salsola nova ad *S. arbusculam* L. appropinquit, sed papillosis, foliis planis, perianthio bene dignoscitur.

Syn.: *S. exasperata* α CAM in Eichw. Pl. casp. cauc. (1831—33) p. 7
S. arbuscula α CAM 1. c. p. 36.
S. arbuscula α *exasperata* Fenzl lus. 1 Fenzl in Ldb. Fl. ross. (1851) p. 817.
S. arborescens α *rugosiuscula* Moq. in DC Prodr. XIII, 2 (1849) p. 185 (p. p.).

S. Roshevitzii Jljin sp. nov., suffrutex 25—40 *cm* alt., ramis leviter pubescentibus. Folia alterna, fere semicylindrica, 0,75—2 *mm* lat., obtusiuscula, basi dilatata, supra basin leviter strangulata, puberula, floralia curvata, floribus et bracteolis longiora; bracteolae in parte inferiore latae, carinatae, margine paleaceae, supra subito attenuatae, florem superantes. Phylla perianthii obtusiuscula, puberula, alis tenuiter membranaceis; antherae appendicibus parvulis ovalibus, paleaceis; stigmata obtusiuscula stylo fere subaequilonga. Semen horizontale.

Spec. typicum: Asia Media: Tjan-schan, regio Karakol, vallis fl. Naryn, 3—III—1908 № 1730, leg. R. Roshevitz.

A speciebus omnibus stirpis *S. arbusculae* pubescentia bene differt.

S. deserticola Jljin sp. nov., annua, 5—25 *cm* alt., a basi divaricato-ramosa, canescentia, dense papillosa, caule albido. Folia alterna, numerosissima, sessilia, crassa, semicylindrica, brevia 4—6 *mm* lng., declinata, spinifera, spinis 3—5 *mm* lng., inferiora longiora. Flores fere a basi disposita, parvi, alis plerumque 3, tenuiter paleaceis, pellucidis; antherae disjunctae, appendice ovali, crassiuscula, sessili, parvula instructae; stigmata filiformia stylo multoties longiora. Semen horizontale.

Spec. typicum: Asia Media: arenae Kisyl-Kum, montes Sultan-Uiz-Dagh, 10—IX—1928 №575, leg. Russanov.

A *S. Androssovii* Litw. ramificatione, forma hemisphaerica manifeste distat.

ТОМ 18 БОТАНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ СССР № 4 1933
TOME 18 JOURNAL BOTANIQUE DE L'URSS № 4 1933

В. Б. СОЧАВА

К истории флоры южной части азиатской Берингии

(Получено 6/V-1933)

Еще сравнительно недавно особенности флоры, а также фауны крайнего северо-востока рассматривали как результат смешения азиатского элемента с американским. Однако, в настоящее время эти особенности склонны трактовать как своеобразное явление, знаменующее существование особой биогеографической области, центр которой тяготеет к островам и побережью Берингова моря. Местом возникновения флоры и фауны этой области считают древнюю Берингийскую сушу.

Эту биографическую область, или как ее называют Берингию, нельзя ограничивать пространствами, непосредственно примыкающими в Берингову морю. Тугаринов[1] на основании анализа авиафауны включил в Берингию всю Аляску и Чукотский полуостров. Исходя из состава флоры высших растений, мы должны в состав азиатской Берингии, помимо Чукотской землицы, включить бесспорно большую часть Анадырского бассейна и значительную часть Коряцкого края с бассейном Пенжины, Гижиги, Олюторы и нек. др. рек. Кроме того новейшие исследования приносят нам все новые и новые местонахождения берингийцев за пределами Берингии. Принадлежность бассейна Пенжинской губы к этой области после посещения этого района и сравнения его с ранее посещенной северной частью басс. Анадыря для меня не представляет сомнений. Берингийская флора, а, повидимому, и фауна, имеют в настоящий момент доступ к Охотскому морю.

В общем к азиатской Берингии, как флористической области, можно отнести всю подзону арктических тундр на Дальнем Востоке, на запад почти до устья Колымы; затем большую часть бассейна р. Анадыря, Пенжины, весь бассейн Олюторы, Таловки и примыкающие к ним территории, — словом, всю подзону кедрового стланника дальневосточной части тундровой зоны (о границах ее см. Сочава, Изв. Гос. геогр. о-ва, LXIV, 4-5).

Флора высших растений южной части этой области делится по характеру распространения на следующие группы.

1) Циркумполярные виды со сплошной областью распространения. К этой группе относится наибольший процент флоры.

2) Циркумполярные виды с разрывом ареала в Европе (сибирская флорула А. И. Толмачева[2]), например *Parrya nudicaulis*, *Senecio frigidus* и нек. др.

3) Циркумполярные виды с разрывом ареала в арктической Сибири, например *Silene acaulis*, *Loiseleuria procumbens*, *Carex scirpoidaea* и нек. др.

---

[1] Тугаринов, А. Я. О происхождении арктической фауны. Природа, 1929, № 7-8.

[2] Толмачев А. И. О происхождении флоры Вайгача и Новой земли. Тр. Бот. муз. Ак. н., XXII, 1930.

4) Растения, встречающиеся кроме нашего района, на севере Западной Европы и в Гренландии, например *Carex holostoma.*

5) Восточно-азиатские виды, сравнительно широко распространенные на азиатском материке, а в Америке отсутствующие или известные как заносные и недавние пришельцы. Эта сравнительно многочисленная группа представлена, между прочим, такими видами: *Chosenia macrolepis, Salix cuneata, Salix berberifolia, Betula Middendorfii, Betula fruticosa, Claytonia acutifolia, Cnidium ajanense, Rhododendron parviflorum,* наконец, наиболее характерный кустарник края кедровый стланник и др.

6) Берингийские виды, как, например, *Parnassia Kotzebui, Primula saxifragifolia, Saxifraga exilis* и др. Некоторые представители берингийцев, особенно из числа чисто арктических растений, имеют изолированные местонахождения далеко на западе, вплоть до Таймыра.

7) Азиатско-берингийские виды. Растения, пока-что известные лишь из азиатской Берингии и почти всегда присутствующие, или даже обычные, на Камчатке. Их ареал почти совпадает, с границей б. Камчатского административного округа. Такова *Parrya Ermani, Stellaria Escholtziana, Salix pseudopentandra* и нек. др.

8) Американские виды, азиатский ареал которых или ограничивается нашим районом *(Bromus arcticus)*, или вдается несколько в глубь материка, но быстро затухает (*Calamagrostis purpurascens*).

9) Эндемы материковой части азиатской Берингии (*Arenaria tschuktschorum, Festuca kolymensis. Poa Soczavaeana, Melandrium Soczavianum, Cardamine Victoris Salix anadyrensis* и нек. др.*).*

Каждая из этих групп включает в себя растения с не абсолютно идентичной областью распространения. Берингийские виды (6-я группа) при ближайшем анализе могут быть в свою очередь разделены на: 1) свойственные всей области Берингии и 2) имеющие более узкое распространение на побережье Берингова моря. Если авиафауна берингийского побережья и островов представляет достаточно обособленный комплекс (Тугаринов), то о флоре высших растений этого сказать нельзя. Таких растений прежде всего немного (наиболее характерным представителем их может считаться *Cardamine purpurea),* и с каждым новым исследованием количество их уменьшается, так как делаются известными новые местообитания их вдали от узкоморского района.

Что же касается берингийских растений с более широкой областью распространения, то для значительной части их не трудно установить тесную связь с горной флорой умеренных широт Восточной Сибири. Для примера укажем *Primula pumila*, близкую к *Primula nivalis*; *Saxifraga unalaschkensis* к *Saxifraga dahurica* и т. д. В настоящий момент было бы рисковано утверждать, что все эти берингийцы имеют своих родоначальников в Восточной Сибири. Но во всяком случае связь собственно берингийской флоры с восточно-сибирской очень вероятна. В тундровой зоне Азии эти растения редко переходят Колыму, и в списке широко распространенных в Арктике форм мы не находим их ближайших родственников. Уже это обстоятельство говорит против возможности считать Берингию центром возникновения арктической флоры, как это для птиц утверждал А. Я. Тугаринов. Если теперь обратиться к более детальному рассмотрению группы восточно-азиатских видов (5-я группа), то в ее пределах можно усмотреть ряд горных форм с центром распространения в горах Восточной Сибири. В арктической зоне из пределов Берингии эти виды не выходят (*Smelowskia alba, Gentiana prostrata* (остров на северном Урале), *Gentiana* *ajanensis, Potentilla elegans, Phlojodicarpus villosus* (остров на северном Урале). Здесь нельзя не отметить выгодного положения Берингии, которая посредством горных цепей, фигурировавших на старых картах под названием „Становой Хребет“, имеет постоянное сообщение с горами Восточной Сибири умеренных широт. Таким образом связь берингийской флоры с восточно-сибирской горной осуществляется двояко: 1) присутствием в обеих областях ряда общих растений, 2) непосредственной близостью части берингийских форм к восточно-сибирским. Некоторые растения, обнаруженные мной в бассейне Пенжины (*Crepis nana*), хотя и распространены довольно широко в Америке, тем не менее имеют глубокие корни в Азии, встречаясь в Гималаях. Упомянутую *Crepis nana* В. Л. Комаров[1] считает гималайским растением.

В той же группе восточно-сибирских форм имеются виды, довольно широко распространенные в Азиатской Берингии, но основной частью своего ареала несомненно тяготеющие к западному побережью Охотского моря. Таковы например: *Artemisia Kruhseana, Dicentra peregrina* и нек. др. Эти растения представляют уже более обособленную группу, но еще более обособленно небольшое сравнительно число растений, которые не отдаляются сколько-нибудь значительно от Охотского моря и существование которых в южной Берингии сделалось известным в самые последние годы. Я имею в виду своеобразное колокольчиковое—*Wahlenbergia expansa* (Rud.), особый охотский толстянник (*Sedum cyaneum* Rud.) и одну из осок (*Carex stenantha*), которая, будучи встречена мной на побережье Пенжинского залива, до сих пор была известна на Сахалине, недавно была обнаружена на севере Курильской гряды (о-в Парамушир) и кроме того присутствует на островах Хокайдо и Хондзю. Наконец, не менее своеобразны и оригинальны растения, центр распространения которых лежит также в области Охотского моря, но периферией своего ареала они захватывают Курилы, Командорские о-ва, Уналашку и о-в Кадьяк (*Primula cuneifolia*) или же захватывают кроме того Аляску, горы Хокайдо и даже Нипона (*Sieversia pentapetala*), но отсутствуют почти во всем Анадырском бассейне и на Чукотском полуострове. Эти три категории растений представляют три самостоятельных флорулы в смысле А. И. Толмачева, которые, однако, должны быть сближены благодаря несомненному тяготению к своеобразному по своей истории и современным физико-географическим свойствам—Охотскому бассейну. В числе представителей этой флорулы мы находим явно третичные типы, к каковым без колебания можно причислить дицентру и валенбергию. Анализ ареала растений этих флорул свидетельствует о том, что часть представителей флоры азиатской Берингии, причем часть, придающая растительному покрову столь своеобразный колорит, по своей истории тесно связана с Охотским бассейном. Эта древняя группа ничего не имеет общего с тундровыми растениями и не могла принимать участие в их возникновении, равно как едва ли была и свидетелем этого процесса. Местонахождения этих растений в пределах Берингии мы считаем реликтовыми, и этот элемент растительного покрова, во всяком случае не в меньшей степени выраженный, был присущ нашей территории по крайней мере весь послеледниковый период.

---

[1] Комаров В. Л. Введение в изучение растительности Якутии. Тр. Як. Ком. А. Н., т. 1, 1926.

Подобно тому как для всей тундровой зоны и для азиатской Берингии в прошлом было характерно значительно большее развитие лесного элемента. С этой точки зрения представляет интерес произвести фито-географический анализ встречающихся там в настоящий момент деревьев и крупных кустарников. Представители этих жизненных форм все без исключения азиаты. Они относятся к восточно-сибирской флоруле (даурская лиственница и *Betula fruticosa*), даурско-монгольско-манджурской флоруле (*Populus suaveolens*, *Chosenia macrolepis*). или же манджурско-охотско-северо-японской флоруле (*Alnus hirsuta*). Общим с Восточной Сибирью, Охотским краем и Японией оказывается и кедровник (*Pinus pumila*), а В. Л. Комаров склонен даже приписать ему ближайшее родство с японской кедровой сосной—*Pinus parviflora*.

Четвертичные древесные остатки из нашего района пока-что немногочисленны. Они свидетельствуют о более северном и местами восточном (ближе к Берингову морю) распространении лиственницы[1], о нахождении на севере анадырского бассейна ели (Криштофович, 1924) и, наконец, о присутствии в значительных количествах в ледниковых слоях нижней части Пенжины древесины хвойного, которое точно определить пока не удалось. Анадырская ель, описанная А. Н. Криштофовичем[2], относится им к моменту современному постплиоценовому оледенению, за что говорит характер породы, или же к периоду, непосредственно предшествующему этому оледенению. Автор сравнивает ее с двумя очень отличающимися друг от друга видами (*Picea Breweriana* и *Picea canadensis*), но совершенно не подчеркивает ее значительного сходства с ископаемой якутской *Picea Wolossowiczii*; это сходство так велико, что может возникнуть вопрос о тождестве этих двух видов. Если последнее справедливо, то оказывается, что древесные породы американского происхождения, известные из послетретичных отложений севера Якутии, захватывали Берингию, но, по всей видимости, они исчезли в Берингии раньше, нежели на севере континентальной Якутии. Оледенение на крайнем северо-востоке было сильней, предшествовавшее ему изменение климата способствовало проникновению горно-азиатского элемента. В момент, когда в Берингию проник горный баран, ландшафт был в значительной части открытый, и в основе, очевидно, горно-азиатского типа. По Н. В. Насонову[3], миграция горного барана по этому пути происходила в плиоцене, возможно, в самом конце его. В это время значительная часть открытых пространств была занята растительностью горно-тундрового азиатского типа, а вместе с тем началось, или продолжалось, расселение азиатских древесных пород, встречающихся в речных долинах и поныне. При этом в это же время, а, может быть, несколько позже, лиственница была значительно больше распространена, чем сейчас. Была в это время и позднее его также и ель.

Перед нами встает вопрос: к какому периоду следует отнести исчезновение ели? Ответить на него я решаюсь, основываясь на находках некоторых растений, которых нельзя не считать спутниками темнохвойного, в частности, елового леса, и нахождение которых на тундровом склоне среди кустарника представляет исключительный в своем роде факт. Эти растения — *Moneses grandiflora* и *Cystopteris sudetica*; они растут в бассейне р. Пенжины. Список растений темнохвойных лесов, встречающихся в берингийских тундрах, можно было бы легко увеличить за счет таких видов как *Linnaea borealis*, *Trientalis euro-*

---

[1] V. Soczawa, Ztschr. Ges. f. Erdk. zu Berlin, 1930 № 7-8, стр. 241-263.

[2] А. Н. Криштофович. Матер. по геол. Дальн. Вост. № 32, Владивосток, 1924.

[3] Насонов, Н. В. Географическое распространение диких баранов Старого Света, изд. Ак. наук, 1923.

paea, Adoxa moschatellina, Pyrola secunda, Moehringia lateriflora и др. Однако, все эти растения хотя и обычны в еловых лесах, тем не менее не имеют столь узкой специализации, встречаясь иногда в береговых кустарниках и нек. др. формациях. Но для тундровых сообществ они все же совсем не характерны. На основании нахождения всех этих растений, и в первую очередь *Moneses grandiflora* и *Cystopteris sudetica*, можно предполагать, что по крайней мере в наиболее южной части района, в частности в бассейне Пенжины, еловые леса были делом сравнительно недавнего прошлого. Относительная близость этого района к области распространения аянской ели, и то обстоятельство, что путь этого дерева на Камчатку вероятнее всего шел через бассейны Гижиги, Пенжины и Таловки, говорят как будто за то, что наша ель была именно аянской. Между прочим семена аянской ели и сейчас заносятся (очевидно птицами?) в самое сердце азиатской Берингии. Но современные условия уже не благоприятствуют ели. Так, например, В. Ф. Овсянников в последние годы в долине реки Майна, прит. Анадыря, нашел „деревца“ ели, что обнаружено мной при исследовании его гербария. При этом эти аянские елочки при высоте в 15 *см* и диаметре стволика в 2 *мм* имеют почти 20 лет. Такой невероятно задержанный рост очень показателен, тем более, что в долине того же Майна растут вполне нормальные деревья даурской лиственницы.

Из числа растений нашего района, относящихся к различным флорулам, есть виды, которым можно приписать горно-степное происхождение; они во всяком случае довольно обычны в некоторых степных формациях (напр. в забайкальских степях). Таковы *Arenaria capillaris, Veronica incana, Alyssum sibiricum, Thymus serpyllum, Polygonum divaricatum* и нек. др. растения, играющие заметную роль в горных степях Удской горной долины. К числу таких же видов относится осока, очень обычная в западно-сибирских степях — *Carex supina*, или же представитель сборного вида сибирских эдельвейсов (*Leontopodium sibiricum*), единично встречающийся и в бассейне Анадыря и в басс. Пенжины. С Нерчинскими степями мы имеем также несколько общих представителей: *Vicia multicaulis, Galium verum*. Выбирая ксерофитные местообитания, каменистые обнажения, содержащие известь, эти растения при условии незначительного количества осадков прекрасно уживаются преимущественно в южной, но отдельными своими представителями и во всей Берингии. Тем не менее на основании только этого факта рискованно и прямо невозможно делать заключения, что эти растения являются показателями постоянства современного количества осадков в течение длительного времени, и что при наличии в прошлом более теплого климата на территории Берингии процветала горная степь, не в виде отдельных представителей своей флоры, а как растительная формация. Против такого допущения говорит то обстоятельство, что эти степные растения, правда, тоже на ксерофитных местообитаниях, растут близ Аяна и кой-где на Камчатке, где количество осадков совсем не мало (Аян—среднее годовое количество осадков 888 *мм*). В отношении температуры летнего периода, а также некоторых др. метеорологических элементов, южная часть Берингии почти не отличается от охотской лесной области, в частности от того же Аяна. Таким образом эти осколки горной степи в Берингии могли претерпевать значительные увеличения количества осадков, но, надо думать, при условии не более сурового климата, чем современный.

Степной элемент в тундровой зоне вообще вряд ли следует трактовать так широко, как это делал А. И. Толмачев[1].

---

[1] Толмачев А. И. О происхождении тундрового ландшафта. Природа № 8, 1927.

Общность многих родов в степи и тундре, особенно родов, столь обильных видами как астрагал, нельзя в таких случаях принимать во внимание, имея притом ввиду сравнительно узкий район Палеарктики, как Северная Азия. Вообще, если в азиатских тундрах и встречаются виды общие со степями, то исключительно горноазиатскими степями и преимущественно в тех местах тундровой зоны, где в нее вклиниваются горные хребты, так или иначе связанные с горами умеренных широт. К тому же о степной природе многих таких растений можно еще горячо спорить, и сам по себе этот вопрос в ряде случаев остается открытым. Широкое развитие „ксерофитных степей“ в области Берингии допускает Тугаринов, по мнению которого Берингия являлась ареной возникновения тундрового ландшафта, точнее животного и растительного мира тундр (стр. 675). Тем не менее особых оснований для гипотезы значительного распространения степей или даже тундрово-степного ландшафта в четвертичный период в нашем районе мы не видим. Дело в том, что в момент, приблизительно современный ледниковому периоду в Европе, существовала так называемая Берингийская суша, которая шла на север до острова Врангеля или даже несколько севернее его. Эта суша в тот период несомненно была покрыта массами материкового льда, дававшими отпрыски, по мнению К. И. Богдановича [1], до Полярного круга. Южнее этого района, очень возможно, господствовал сравнительно континентальный климат, но достаточно суровый и вряд ли благоприятный для широкого развития степей. „Здесь, пишет Богданович, были условия, подобные современным в Восточной Сибири около Охотского моря“. С началом морской трансгрессии, следовавшей непосредственно за этим временем, связано значительное увеличение влажности, к этому моменту приурочено образование мелких ледников в бассейне Анадыря, Пенжины и на Камчатке, и вряд ли и тогда были условия, способствующие развитию степей; скорее лесная растительность могла воспользоваться этим обстоятельством для проникновения на север. К этому у нас имеются доказательства—ледниковые наносы в бассейнах Анадыря и Пенжины содержат остатки хвойных, в частности ели.

Следует иметь еще в виду, что хотя общие представления о местном характере оледенения в большей части Берингии, разработанные Давзоном и Богдановичем, пока что остаются в силе, тем не менее прежние представления о размерах этого оледенения были преуменьшены. Между тем развитие степного, тундровостепного и т. п. ландшафта по большей части связывают с незначительными размерами оледенения, или с почти полным его отсутствием. Но при условии местного оледенения, каких бы пределов оно ни достигало, существование степного ландшафта в этот момент затрудняетса происходившей тогда морскойтрангрессией, судя по фауне, носившей бореальный характер. В общем мы не имеем оснований предполагать в это время существования в Берингии столь резко-континентального климата при наличии других условий, допускающих существование бок о бок тундры со степью, как это сейчас наблюдается кой-где в Монголии. В качестве одного из доводов существования в бассейне Анадыря „степного периода“ могли бы, казалось бы, служить „лессовидные породы“, о которых упоминает Л. С. Берг [2], основываясь на отчете П. И. Полевого, но применение термина „лессовидный“ или „напоминающий лесс“ к иловатым отложениям, богатым растительными остатками, встречающимися в бассейнах Анадыря и Пенжины, произвольно. По характеру этих остатков скорее можно говорить о том, что эти отложения происходили в местах, окруженных растительностью, очень близкой к современной растительности нашего района [1]

---

[1] Богданович, К. И. Очерки Чукотского полуострова, Спб. 1901.

[2] Берг Л. С. Ландшафтно-географические зоны СССР, Сельхозгиз, 1931.

Две основные формации подзоны кедрового стланника, именно тундровые болота и заросли самого кедровника, по соображениям фитогеографического характера, можно признать существующими в нашем районе длительный период. Так, напр., в берингийских болотах низинного типа имеются виды, болотам остальной части тундровой зоны совершенно не свойственные—это древние представители восточно-азиатских болот (*Smilacina trifolia*, *Carex appendiculata*), а что всего удивительнее для болотных сообществ—имеются свои эндемы, (напр. описанная Н. А. Бушем [2]—*Cardamine Victoris*). Таким образом болотная формация у нас носит древний характер и является, непосредственной приемницей аналогичной формации ледникового времени. Что же касается зарослей кедрового стланника, то эта формация, пользуясь в подзоне ее имени широким распространением, в состоянии претерпевать значительные изменения в климатических условиях, поскольку она и сейчас встречается в резко-континентальных условиях Якутии и на побережье влажного Охотского моря.

Суммируя все сказанное, мы можем предполагать послеледниковый ландшафт южной части азиатской Берингии в следующем виде: 1) Широкое развитие тундрообразных ассоциаций охотского типа, составленных древними формами в роде дицентры и валенбергии. 2) Наличие преимущественно горных хвойных лесов, во всяком случае из лиственницы и ели, и существование на границе леса в горах или у морского берега зарослей кедрового стланника. 3) Более широкое распространение долинных тополево-чозениевых лесов современного типа. Эта долинная растительность вообще является интразональной, присутствуя и сейчас помимо Берингии, напр. в Манчжурии. 4) Существование тундровых болот, в общем сходных с некоторыми современными болотными сообществами, но реже встречающихся. 5) Существование ксерофитной растительности каменистых склонов, которая в зависимости от условий могла иметь то большее, то меньшее распространение, но особого развития никогда не достигала. 6) Наличие гипсохтонных тундр, обогащенных восточно-азиатским элементом, не проникшим в остальные части тундровой зоны.

Такое сочетание растительных формаций не представляет собой чего-либо своеобразного. В районе Аяна мы и сейчас находим сходное сочетание ландшафтов, представляющее собой угасающий остаток некогда широко распространенного растительного покрова.

В течение послеледникового периода условия оставались, конечно, не постоянными. Колебания их обусловливали различные соотношения между гипсохтонно-тундровой и тундрообразно-охотской растительностью, с одной стороны, и лесными формациями — с другой. Но особенно резких колебаний в этот период у нас, судя по всему, не было. Еще И. Д. Черский отмечал, что в Восточной Сибири процесс охлаждения климата с верхнетретичного периода происходил без особых пертурбаций. Позднее А. Н. Криштофович [3] пришел, примерно, к тому же выводу: „После исчезновения, пишет он, причин, вызывавших увлажнение Сибири (когда оледеневал крайний северо-восток), делается понятным и незбежным приближение к зениту продолжавшегося ухудшения климата. Тогда, заключает он, происходит окончательное вымирание древней флоры к фауны и отодвигание границы леса на юг". Повидимому, действительно по мере того как климат стал приближаться к современному, исчезла древесная (хвойная) растительность, усилилось воздействие вечной мерзлоты, процессы почвообразования стали принимать современный характер, начал распространяться заболоченный кочкарник, который сейчас покрывает все равнинные пространства края. Одновременно стал усиливаться и собственно арктический элемент, наиболее молодой элемент флоры крайнего северо-востока. Наш район переживал совершенно своеобразную историю, отличную от истории других частей тундровой зоны. Лишь современные физико-географические условия нивеллируют его отличительные черты—наследие прошлого—от тундр Сибири и других районов.

---

[1] Сочава В. Б, Изв. Гос. георг. общ. LXIV, 4-5. 1932; а также Зубков А. И. Изв. Акад. наук 1932.

[2] Флора Сибири и Дальнего Востока, вып. 6, изд. Акад. наук 1931.

[3] Криштофович А. Н. Тр. Геол. ком. Нов. Сер., 124. 1915.

VICTOR SOCZAWA

Zur Geschichte der Flora des südlichen Teiles von Asiatisch-Beringien

Zusammenfassung

Zu Asiatisch-Beringien gehören, als floristisches Gebiet betrachtet, die ganze Unterzone der arktischen Tundren im Fernen Osten, im Westen fast bis zur Kolymamündung, ferner der grössere Teil der Flussbecken der Anadyr und der Penshina, das ganze Becken der Flüsse Olütora und Talowka, sowie die anliegenden Territorien.

Die Flora der höheren Pflanzen dieses Gebiets lässt sich ihrem Verbreitungscharakter nach in folgende Gruppen teilen: 1) Zirkumpolare Arten mit lückenlosem Verbreitungsgebiet. 2) Zirkumpolare Arten mit Arealwegfall in Europa. 3) Zirkumpolare Arten mit Arealwegfall im arktischen Sibirien. 4) Pflanzen, die ausser in unserem Rayon auch im Norden Westeuropas und in Grönland vorkommen. 5) Ostasiatische, auf dem asiatischen Kontinent verhältnismässig weit verbreitete, jedoch in Amerika fehlende oder als Neukömmlinge vermerkte Arten. 6) Eigentlich beringische Arten. 7) Asiatisch-beringische Arten, vorläufig blos aus Asiatisch-Beringien bekannt. 8) Amerikanische Arten, deren asiatisches Areal sich auf unser Rayon beschränkt, oder ein wenig in den Kontinent vordringt, dann aber rasch erlischt. 9) Endemen des kontinentalen Teils Asiatisch-Beringiens.

Sowohl die systematische Analyse, als auch die Analyse der geographischen Verbreitung der zu dieser Gruppe gehörenden Pflanzen, führen zu der Schlussfolgerung, dass die beringische Flora mit der ostsibirischen alpinen Flora in engem Zusammenhang steht, wobei dieser Zusammenhang sich in zweierlei Weise äussert: erstens durch das Vorkommen einer Reihe beiden Gebieten gemeinsamer Pflanzen, zweitens durch die unmittelbare Annäherung eines Teiles der Beringischen Formen an die ostsibirischen.

Ein Teil der ostsibirischen Pflanzen des südlichen Teils Asiatisch-Beringiens ist geschichtlich mit dem Becken des Ochotski-Meeres eng verbunden. Das Vorkommen dieser Pflanzen in Beringien darf heutigentags als relikt betrachtet werden.

Ungeachtet der Behauptungen einiger Autoren giebt es keine rechte Begründung für die Hypothese einer bedeutenderen Verbreitung von Steppen oder gar „Tundra-Steppen"-Landschaften in Beringien während der Quartärzeit.

Die postglaziale Landschaft des südlichen Teiles Asiatisch-Beringiens bietet folgendes Bild: 1) Starke Ausbildung von tundraartigen Assoziationen vom Ochotsk-typus, bestehend aus altertümlichen Formen, wie *Di-*

centra peregrina, *Wahlenbergia expansa*, *Parrya Ermani*, *Carex stenantha* u. andere; 2) Das Vorkommen von Gebirgsnadelwäldern, jedenfalls solchen, die aus Lärche und Fichte bestehen, und das Vorkommen von kriechendem Arvengestrüpp an der Waldgrenze im Gebirge oder an der Meeresküste; 3) die weite Verbreitung von Talwäldern aus *Populus suaveolens* — *Chosenia macrolepis* von rezentem Typus; 4) das Vorkommen von Tundramooren, die im allgemeinen einigen rezenten Moorgesellschaften Beringiens ähneln, jedoch eine geringere Verbreitung hatten, als gegenwärtig; 5) das Vorkommen einer xerophyten (Steppen) Vegetation auf steinigen Hängen, die je nach Umständen eine stärkere oder geringere Verbreitung fand, jedoch nie eine besondere Ausbildung erreichte; 6) das Vorkommen hypsochthoner durch oct-asiatische Elemente bereicherter Tundren, die sich auf die übrigen Teile der Tundrazone nicht verbreitet haben.

Im Laufe der postglazialen Periode blieben die Verhältnisse nicht konstant. Ihre Schwankungen bedingten die verschiedenen Wechselbeziehungen zwischen hypsochthoner Tundra — und tundraartiger Ochotsk-Vegetation einerseits und Waldformationen anderseits. Erst mit der allmählichen Annäherung des Klimas an dasjenige der Jetztzeit verschwanden die Holzgewächse (Nadelholz), wuchs der Einfluss des ewig gefrorenen Bodens, fingen die Bodenbildungsprozesse an ihren gegenwärtigen Character anzunehmen und begann die Ausbreitung des sumpfigen Bültenmoors, welches jetzt alle Ebenen des Gebiets bedeckt. Gleichzeitig nimmt auch das eigentlich arktische, das jüngste Florenelement des äussersten Nord-Ostens, zu.

ТОМ 18 БОТАНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ СССР № 4 1933

TOME 18 JOURNAL BOTANIQUE DE L'URSS № 4 1933

Л. З. ЗАХАРОВ

Сплавины кубанских плавень

С 2 рисунками

(Получено 4/XII 1932)

Производя изучение Кубанских плавень, как саранчевого гнездилища, на протяжении с 1928 по 1931 гг., я побывал в различных частях обширного плавневого района, расположенного в низовьях р. Кубани и занимающего около 300 тыс. *га*. По характеру работы приходилось проникать внутрь заболоченных площадей, в места, редко или совсем не посещаемые исследователями, и месяцами жить там. Здесь можно было вполне отчетливо наблюдать возникновение и течение процесса образования сплавин, а переезжая из лимана в лиман и обходя гряду за грядой, отметить распространение этих образований на Кубани.

Геоботаническая литература, описывающая плавневую растительность Кубани, в лице лишь немногих авторов говорит о сплавинах. Первым, повидимому, указал на их существование Н. Л. Пастухов (1917 г.) следующей фразой: „Местами из смеси отмерших растений образуются маленькие топкие косы и островки, на которых мною собран 7/IX-1916 *Dryopteris thelypteris* A. Gray (стр. 309). И. С. Косенко (1924 г.) упоминает о них в связи с описанием растительности л. Лозоватого: „Берега его состоят из тростниковых сплавин, легко переносимых ветром с одного берега на другой. На этих сплавинах уже накопилась почва, и среди тростника виднеются ирисы, а в небольших бухточках ютятся *Hydrocharis morsus ranae* L., *Lemna trisulca* L., *Utricularia vulgaris* L. (98)“.

Затем указывает на них Е. В. Шифферс-Рафалович (1928 г.): „Корни и корневища этих растений (*Typha*, *Alisma*, *Butomus*, *Sagittaria* и др.) образуют густой войлок, иногда всплывающий над поверхностью воды, образуя сплавины. На этом густом войлоке поселяются другие растения, между прочим папоротник *Nephrodium thelypteris* и мох *Amblystegium riparium*“ (527). В другом месте этот же автор, сравнивая Темрюкские плавни с плавнями по р. Протоке, отмечает для последних гораздо большее развитие сплавин. „Сплошь и рядом берег ерика оказывается плавающим на воде и погружающимся, если на него наступить; по словам местных жителей, на таких плавающих берегах, очень толстых, мощных были разведены сады, которые затем гибли под водою, погрузившись в нее,— остатки таких садов в виде различных деревьев, явно посаженных когда-то, встречаются там и здесь между плавнями“ (532).

Этими сведениями, насколько мне известно, и исчерпывались литературные данные о сплавинах Кубани до 1929 г.[1]. Авторы их ограничились упоминанием о существовании сплавин в некоторых местах района, но их происхождение, участие в заболачивании плавень и территориальное распространение остались невыясненными. В 1929 г. мною была напечатана заметка в журнале „Природа“ (январь) под заглавием: „Плавы Кубанских плавень“. В ней, сохранив для сплавин местное название „плавов“, я кратко описал возникновение их, как наблюдал его в Приазовье, привел список растений, собранных на них, и отметил, что „ранее, при свободно происходивших весьма многоводных разливах, этот процесс заболачивания развивался, вероятно, в огромных размерах“ (81)[1].

---

[1] Вообще же в нашей литературе о сплавинах писали: В. С. Доктуровский. Болото и торфяники. М. 1922 г. В. Н. Сукачев. Болота, их образование, развитие

Сплавинами на севере и плавами на юге называют торфообразные пловучие массы, в образовании которых принимают участие как живые, так и отмершие части разнообразных водно-болотных растений. Вследствие того, что при сильных волнениях в заболачиваемых ими водоемах они могут отрываться от берегов и плавать, будучи перегоняемы ветром, они и получили свое название.

Для возникновения и развития сплавин необходимы следующие гидрологические условия: пресная вода, ее обилие и отсутствие сильного течения. Только в пресной воде могут жить и развиваться растения, создающие основу сплавин. Процессы роста и накопления растительных остатков должны итти быстро и энергично, чтобы они, не успевая перегнивать и разлагаться, слеживались в войлок, в петлях которого накопляются гумус и землистые частицы. Это возможно в наших широтах только при обильной подаче пресной воды и ежегодном или почти ежегодном ее обновлении. При отсутствии такого освежения, водоемы застаиваются и загнивают или засоляются. И в том и другом случае большинство водно-болотных растений существовать не может: они гибнут, и сплавины распадаются.

Очень характерно, что ни в солоноватых лиманах приморской части, ни в полупресных—внутренней, лишь периодически и частично снабжаемых речной водой, сплавины не развиваются. Торфяной слой в этой плавне или совершенно отсутствует или крайне маломощен, возникая лишь за счет корней и корневищ *Phragmites communis*. В условиях частичного осолонения воды и почвогрунтов последний в 4-6 раз уменьшает свой рост и растительную массу, а при солености, достигающей степени содержания растворимых солей в морской воде (0,45 - 0,65% Cl), совсем прекращает развитие.

Для образования сплавин растения должны накапливаться в данном водоеме в огромном количестве, что может происходить, помимо указанных условий, только при крайне замедленном течении. В водотеках, напр., реках, рукавах дельты и ериках, скорость течения которых заметна на глаз и во всяком случае превышает 0,10 *м/с*, растительная масса не может накапливаться, так как выносится течением в лиманы или море.

И действительно, рассмотрев приведенные в приложении I списки растений, найденных в воде у сплавин и на них в различных местах

и свойства. Лгр. 3 изд. 1926 г. и И. К. Пачоский. Описание растительности Херсонской губернии, III. Херсон, 1928 г. В то время как первые два автора имеют в виду сплавины севера и средней части России, создаваемые преимущественно торфяным мхом, Почоский кратко характеризует сплавины Днепровских гирл, называя их плавами. Они возникают в результате жизнедеятельности тростников, осок, рогозов и некоторых других растений и по видовому составу и происхождению тождественны со сплавинами Кубани, где также носят название плавов.

[1] В статье А. Александрова „Естеств.-историческое описание дельты р. Кубани“, опубликованной в 1930 г. (Тр. Аз-черном. научной рыбхоз. станции, в. 7), имеется следующее упоминание о сплавинах: „Для лиманов Черноерковско-Сладковской группы следует отметить нахождение „плавов“, особенно в плавневых лиманах, столь характерных для дельты р. Дуная“ (23).

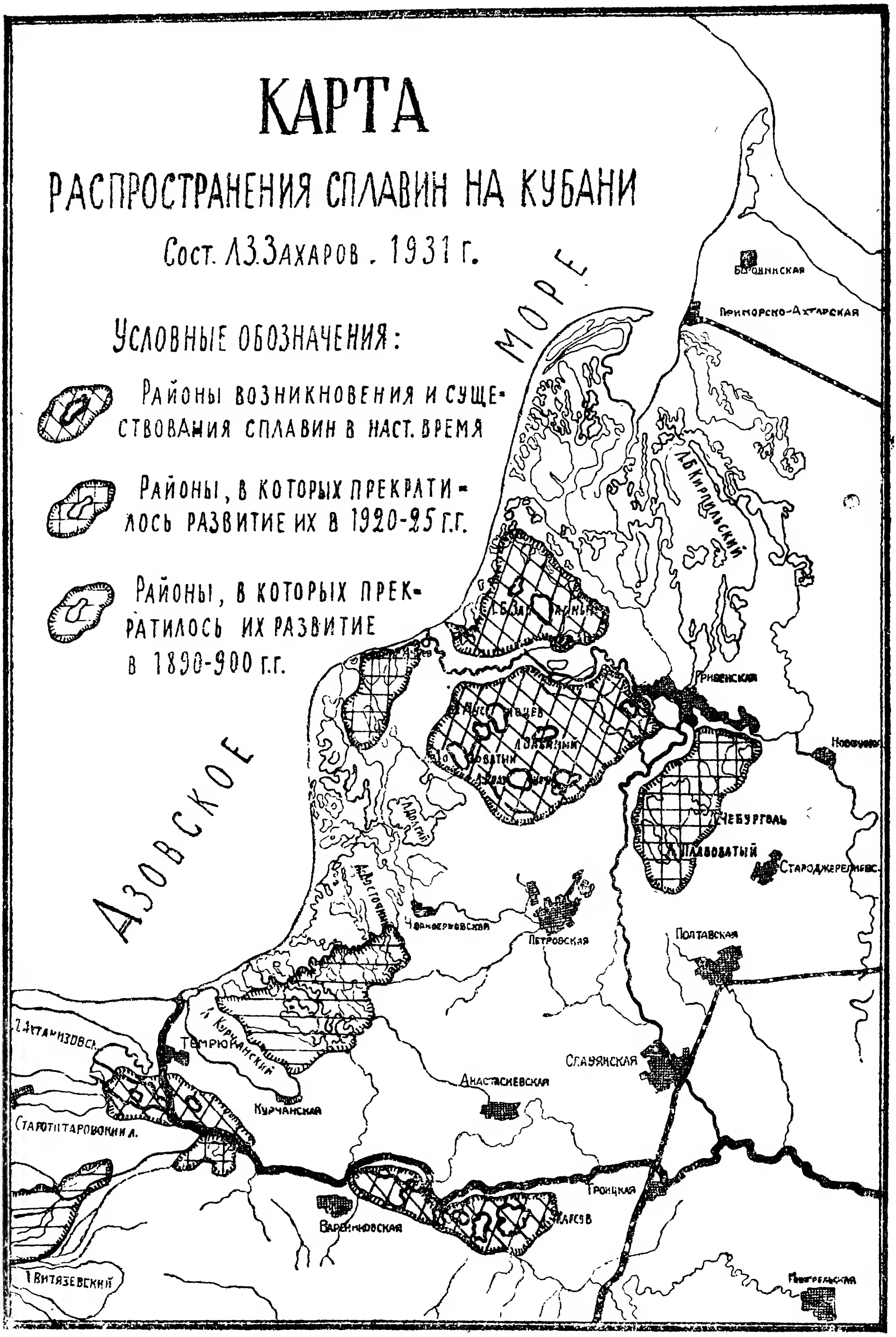


Рис. 1.

Кубанских плавень, мы признаем в большинстве их обитателей пресной плавни, живущих в замкнутых, не проточных водоемах, вода которых обновляется не течением по руслу, а фильтрацией через камышево-тростниковые заросли.

Не все из этих растений принимают одинаковое участие в образовании сплавин. Там, где тростники особенно разрослись вдоль берега и вошли в воду лиманов и озер, не имея впереди себя зоны рогозов или камышей, основу сплавин составляют обломки стеблей и корневищ тростника. Пригнанные прибоем к берегу, они застревают в зарослях, образуя у поверхности воды остов будущей сплавины. Сюда же набрасываются волнами различные водные растения и их остатки, что особенно имеет место в период второго максимума ветров (X — XII). Подгнившие стебли и листья плавающих и придонных растений (*Stratiotes*, *Nuphar*, *Hydrocharis*, *Ceratophyllum*, *Myriophyllum*, *Potamogeton*), в особенности рясок и сальвиний, накапливаются

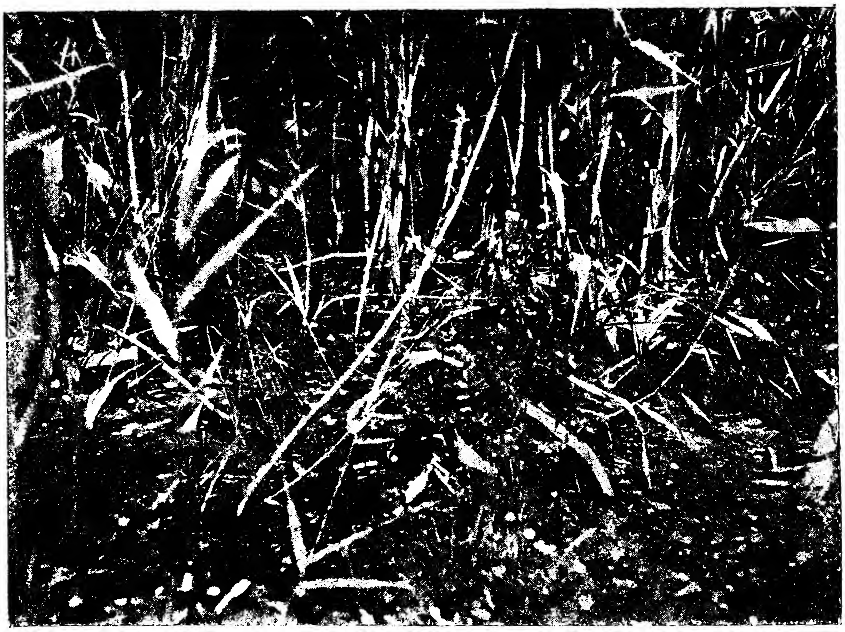


Рис. 2. Впереди—молодая сплавина с растительностью из рогоза, осоки и папоротника; вокруг—пловучие заросли сальвинии и лягушатника; позади—заросли тростника на сплавинах. Фот. саранч. лаб. СКИЗР.

среди тростниковых обломков грудами и медленно гниют. Куски корневищ тростника, рогоза и камыша (*Phr. communis*, *Typha angustifolia*, *T. latifolia*, *T. Laxmannii*, *Scirpus lacustris*, *S. Tabernaemontani*), сохранившись до весны, дают корни, оплетающие наносы и ростки, поднимающиеся над ними. Группы этих быстро растущих и обильно ветвящихся растений служат первое время центрами возникновения и нарастания сплавин. Такова первая стадия развития их. Около этих растений, на дернинах, скрепленных ими, с первого же года существования поселяются влаголюбивые виды, легко выносящие избыток воды и образующие массы придаточных корней: поручейник (*Sium latifolium*, *S. lancifolium*), ежеголовник (*Sparganium ramosum*), омежник (*Oenanthe aquatica*), водяная мята (*Mentha aquatica*), частуха (*Alisma plantago*), водяная гречиха (*Polygonum amphibium*), водяной подмаренник (*Galium palustre*), болотный папоротник (*Nephrodium thelypteris*[1].

Присутствие последнего характеризует вполне сформированную сплавину, настолько прочную, чтобы выдержать вес одного-двух человек и не погрузиться в воду, но недостаточно однородную и компактную. На этой стадии развития все еще очень хорошо заметны промежутки между центрами нарастания, часто с открытой, просвечивающей среди листвы, водой. (См. фотогр. снимок сплавины на л. Лозоватом, 2/IX-1929, рис. 2).

---

[1] В моей заметке в журнале „Природа“ он был неправильно назван *Pteridium aquilinum*.

На второй, третий год существования сплавины на ней поселяются кустистые высокие осоки (*Carex riparia*, *C. pseudocyperus*, *C. acutiformis*, *C. gracilis*, *C. distans*?), Последних можно встретить иногда и на молодых сплавинах. Подобно рогозам и тростнику, кусты осок, в свою очередь, образуют плотные дернины, обрастающие вокруг вышеуказанными растениями. Центры нарастания превращаются постепенно из плавающих небольших кучек в холмики или кочки, поднимающиеся на 20-30 *см* над поверхностью воды. Сплавина же погружается в водоем на глубину до метра, причем под нею на такую же глубину и глубже идут вода и жидкий, очень тонкий, черный ил, пронизанные свешивающимися корнями и корневищами, отходящими от сплавины и постепенно связывающими ее со дном водоема.

По мере накопления торфообразного материала и гумуса на упрочившемся торфяном слое сильно разрастаются осоки, появляются растения мокрого луга и некоторые сорняки: болотные лютики (*Ranunculus lingua*, *R. sceleratus*), зюзик (*Lycopus europaeus*), чистец (*Stachys palustris*), посконник (*Eupatorium cannabinum*), сладко-горький паслен (*Solanum dulcamara*), кипрей (*Epilobium hirsutum*), ирис (*Iris pseudacorus*), девясил (*Inula britannica*), триполийская астра (*Aster tripolium*), а также татарник (*Cirsium arvense*), осот (*Sonchus arvensis*), мелколепестник (*Erigeron canadensis*) и дурнишник (*Xanthium strumarium*). Последние особенно обильно появляются после пожаров.

Наконец, когда отдельные кочки сольются вместе, а сплавина утолстится и приобретет характер сплошного или почти сплошного прочного слоя, на ней укореняется лоза, главным образом, черная (*Salix caprea*, *S. triandra*, *S, cinerea*), ива (*Salix alba*), и иногда тополь, преимущественно белый (*Populus alba*, *P. nigra*). Вследствие рыхлости и малой питательности поддерживающего слоя, а также частым пожарам, уничтожающим торфяники, эти древесные породы не достигают сколько-нибудь значительных размеров. Поселение отдельных экземпляров лозы может произойти и в первые годы существования, но появление рощиц характеризует совершенно сформировавшуюся плотную сплавину, имеющую до 1,5—2 *м* в толщину.

Таким образом сплавина в своем развитии проходит следующие стадии: 1) стадия возникновения: плавающие растительные остатки порастают побегами тростника, рогоза и реже озерного камыша. Возникают центры нарастания, около которых ютятся многие плавающие и влаголюбивые растения (*Stratiotes*, *Mentha*, *Sium* и др.) 2) Сплавина оформилась и приняла вид островка. Наряду с тростником и рогозом, поручейником и мятой обильно и густо разрастаются болотный папоротник, присутствие которого очень характерно для молодых двухтрехлетних сплавин. Сообщество их на этой стадии может быть названо Phragmiteto-Typheto-Nephrodietum. 3) Расселившиеся осоки укрепляют и уплотняют сплавину, оттесняя влаголюбивые формы ближе к воде. Возникает прочное и долго существующее сообщество Phragmiteto-Caricetum. Все названные выше растения являются основателями и строителями сплавины, участниками первоначальных, основных сообществ. Разрастающиеся на этой стадии рощицы лозы превращают сообщество Phragmiteto-Caricetum в Phragmiteto-Cariceto-Salicetum. В этот же период сплавина заселяется некоторыми растениями мокрого луга (*Ranunculus*, *Lycopus*, *Stachys*, *Iris*) и сорняками (*Cirsium* и др.).

Если первые основатели сплавин, пользуясь терминологией Г. И. **Поплавской** (Опыт фитосоциологического анализа растительности целинной степи. Аскания Нова, 1925), могут быть названы автохтонными эдификаторами, то вторые—растения мокрого луга и сорняки — являются автохтонными и адвентивными ассектаторами.

Описанный процесс возникновения сплавин на основе из обломков тростника и перечисленные сообщества встречены мною преимущественно в лиманах Приазовского массива, самой старой части Кубанских плавень, насчитывающей много сотен лет существования. Сплавины далеко, на 100-150 *м.*, вдвигаются в лиманы Лозоватый, Комариный (или Церковный), Мусивцев, Бабиный (или Западный), Кущеватый и др., составляя их зыбкие, непрочные берега. Отрываясь от последних во время бурь и сильных волнений, в периоды малой воды они оседают на дно, способствуя образованию затонов, энергично заселяемых плавающими растениями, в первую очередь, сальвинией, лягушатником, кувшинкой и телорезом. Сплавины береговой полосы лиманов непосредственно переходят в кочковатые осоково-тростниковые торфяники (Phragmiteto-Caricetum herbosum), широко распространенные в этой части Кубанских плавень и мощным слоем выполняющие пространство, заключенное между западным и северным коленами Протоки и морским побережьем. Всюду на этой площади можно встретить окна (по местному плеса), затянутые лягушатником, сальвинией, телорезом и скрывающие глубокие трясины, остатки исчезнувших, погребенных под сплавинами лиманов.

В лиманах и озерах других частей Кубанских плавень: в Чебургольской и Гривенской—по правую сторону Протоки, Закубанских и дельты главного русла Кубани, сплавины имеют гораздо меньшее распространение и развитие. Чаще всего мы встречаем на них сообщества первой и второй стадии, причем они возникают в большинстве случаев не на тростниковой основе. Здесь пловучие островки оформляются около кусков корневищ рогоза, кустиков поручейника, мяты, осоки зюзника и телореза. Тростник появляется на них гораздо позднее. Вследствие мелководья лиманов группы камышей, рогозов и тростников входят кое-где в середину их и также служат местом возникновения сплавин. Таким образом сплавины могут возникать и в открытой воде. В этих лиманах процессы зарастания преобладают над процессами нарастания: образование сплавин для заболачивания их имеет второстепенное значение.

Это происходит также и потому, что они чаще пересыхают и в период засух легко становятся добычей огня. Вообще пожары, периодически возникающие в плавнях, — одни из основных причин медленного развития сплавин. Если они подсохли сверху, но в нижней части пропитаны водой, огонь уничтожает верхний слой. При этом почти всегда гибнет лоза, которая не спускает глубоко свои корни, а разветвляет их у поверхности. Тополя, благодаря иному расположению корневой системы, лучше сохраняются и после пожаров восстанавливают надземные побеги. Мне приходилось видеть у Л. Л. Кесслерова (Закубанские плавни) и Комариного (Приазовье) целые рощицы сожженной лозы, среди мертвых обожженных стволов которой изредка зеленели белый или черный тополя.

На молодых сплавинах Закубанских плавень я встретил, к своему удивлению, много различных сорняков, обычно не свойственных им (адвентивные ассектаторы). Это были: череда (*Bidens tripartitus*), тысячецветник (*Lepidium latifolium*), дурнишник (*Xanthium strumarium*), птичья гречиха (*Polygonum aviculare*), жгучая крапива (*Urtica dioica*), куриное просо (*Panicum crus galli*) и даже один экземпляр кукурузы (*Zea mays*). Появление сорняков на сплавинах внутри лиманов, далеко от берега, объясняется высыханием многих местных водоемов в 1929—30 гг., Выпасываемый в это время в плавне скот занес семена сорняков. Сплавины, поднявшись в период наводнения 1931 г., поросли наряду с типичными для них водно-болотными растениями, также и сорняками полей и выгонов.

Еще одна характерная черта растений сплавин: они вегетируют дольше и цветут позднее, чем где-либо на высыхающем побережье плавень, среди тростников или на лугу. Напр.: частуха, чистец, кипрей, зюзник, мята, поручейник, лютик едкий, всюду к 25/IX - 31 г. в прибрежной плавне отцвели, на сплавинах же я нашел их в это время цветущими. Цветение рогозов на них редкое явление, здесь они размножаются, главным образом, вегетативно.

Преимущественное развитие сплавин в центральной части Приазовья поясняется тем, что она, приблизительно до последнего десятилетия (1920 г.), обильно снабжалась пресной водой, поступавшей из Протоки. Ряд постоянных рукавов (Большой Перевал, Общественный, Берестоватый, Демин, Каракубань) и многие существующие только во время половодья промоины берега (прорвы) подавали воду, насыщая как губку весь торфяной массив и наливая его водоемы. Твердые осадки в последние попадали в весьма ограниченном количестве, так как задерживались зарослями водно-болотных растений вблизи берегов реки. Вследствие этого заболачивание внутренних водоемов, слабо повышающих дно в результате органических осадков и возникновения сапропелей, происходило, главным образом, за счет процессов нарастания. Одновременно сплавины развивались и в приморских лиманах Черноерковско-Ачуевской группы, но в гораздо меньших размерах и только в отдельных местах. До 1920 - 22 гг. речная вода поступала сюда через Б. Перевал, Черный Ерик и непосредственно через плавню при больших разливах. Вода в лиманах: Сладком, Дурном, Писарском, Церковном (у Ачуева) была пресной, хотя временами, при низком уровне, частично и ненадолго осолонялась за счет моря при подпорах и штормах. Растительность носила характер пресноводный, что и отмечено Косенко (op. cit.) в 1919 г.

К нашему времени положение изменилось. С 1920-1922 гг. местное население, а с 1928 г. Плавстрой заделывают прорвы и каналы левой стороны Протоки, насыпая вдоль нее вал. Разливы прекращаются, и в 1928-30 г. плавневый массив высыхает настолько, что становится доступным для переходов. Пользуясь осушением торфяных масс, азиатская саранча поселяется внутри тростниковых зарослей Приазовья.

Вместе с тем, вследствие прекращения подачи пресной воды осолонились и лиманы побережья, а также соприкасающиеся с ними внутренние: Долгий, Глубокий, Круглый. Пресноводная растительность, за исключением тростников, вымерла и сменилась солевыносливыми формами — *Zannichellia palustris*, *Ruppia spiralis*, *Zostera marina*. Сплавины их разрушились, и к настоящему времени от них сохранились лишь незначительные остатки торфа.[1] Несколько позднее высыхает правосторонняя Чебургольская плавня, также питавшаяся Протокой и отрезанная теперь береговыми валами. Энергично развивавшийся процесс образования сплавин (еще недавно здесь были лиманы, называвшиеся Плавоватыми) должен был уступать место

---

[1] По свидетельству местных рыбаков (И. С. Солодкий и др., ст. Черноерковская) есть остатки сплавин и в лиманах Черноерковско-Курчанской группы: Курчанском, Горьком, Хрущаном, Кущеватом и др. Сообщение это заслуживает доверия, так как известно, что в девяностых годах плавни данной группы также питались речной водой из Протоки через ерики: Курку, Чумаков, Черные Лозы, В. Перевал. В настоящее время русла этих ериков трудно проследить, так так они давно пересохли и во многих местах распаханы.

Приложение 1

Растения сплавин Кубани

Место и время сбора / Названия растений	Лим. Лозоватый, Приазовье 19/VII—28	Лим. Лозоватый, Приазовье 9/VIII—29	Л. Комариный (Церковный) Приазовье 19/VII—29	Глубок. гирло, Казачья гряда, Гривенская плавня 27/VII—29	Л. Бабиный (Западный), Приазовье 15/VI—30	Л. Большой Западный, Гривенская плавня 31/VIII—31	Л. Карсов Закубанские плавни 25/IX—31	Л. Кесслеров, Закубанские плавни 25/IX—31
I. Растения, собранные возле сплавин, в воде	**1**	2	3	4	5	6	7	8
Aldrovandia vesiculosa L. . . .				flor., sp.		flor.-fruc., cop.		
Chara sp.				soc.				soc.
Ceratophyllum demersum L. . .	flor., soc.	soc.		soc.	soc.	fruc., cop.	sem., cop.	
Cicuta virosa L.						flor., sp.		
Hydrocharis morsus ranae L. .	flor., cop.	soc.		flor., soc.		sem., soc.	sem., soc.	
Hippuris vulgaris L.							fruc., sp.	fruc., sp.
Lemna trisulca L.	veg., cop.			veg., cop.	veg., soc.	veg., cop.	veg., cop.	veg., soc.
L. minor L.	veg., soc.	veg., soc.			veg., cop.	veg., soc.		
L. polyrrhiza L.						veg., cop.	veg., sp.	
Myriophyllum spicatum L. . . .	flor., soc.			soc.				
M. verticillatum L, ...						sem., cop.	sem., sp.	
Nymphaea alba L.	flor., soc.		flor., soc.	flor., soc.		flor.-fruc., soc.	flor.-sem., soc.	flor.-sem., soc.
Nuphar luteum Sib. et Sm. . .						flor.-fruc., soc.	flor.-sem., soc.	sem., soc.
Potamogeton lucens L.				flor., sol.		[illegible] cop.		sem., cop.
P. pectinatus L.	flor., cop.	fruc., soc.-gr.	cop.					
P. crispus L.					cop.	sp.		
P. natans L								veg., sp.
Ranunculus aquatilis L.								
Riccia natans	cop.					sem., sp.		
R. fluitans					cop.		veg., sp.-gr.	
Ruppia maritima L.				cop.				
Salvinia natans Hoffm. . . .	cop.	soc.	soc.	soc.		sem., soc.	sem., soc.	sem., soc.
Stratiotes aloides L.	flor., soc.	fruc., soc.	flor., soc.	cop.	flor.. soc.	fruc., soc.	sem., soc.	
Ultricularia vulgaris L. . . .				flor.-fruc., cop.		sem., cop.		soc.-gr.
Wolffia arrhiza Wimm.							sem., soc.	sem., soc.

II. Растения, собранные на сплавинах								
Alisma plantago L.				flor.-fruc., sp.			sem., sp.	sem., sp.
Aster tripolium L.	sp.	flor., sp.			sp.			flor., sol.
Butomus umbellatus L.								
Bidens tripartitus L.							flor.-sem., sp.	
Calystegia sepium R. Br.		sp.			flor.-fruc., sp.			
Carex riparia Curt.	cop.-gr.	sem., cop.-gr.		sem., cop. gr.		sem., cop.-gr.		fruc., cop.-gr.
C. pseudocyperus L.			sem., cop.-gr.	sem., cop.	cop.		cop.-gr.	
C. gracilis Curt.						sem. cop.-gr.		
Cirsium arvense Scop.		veg., sp.						
Erigeron canadensis L.	sp.	sem., sp.			sp.			
Epilobium hirsutum L.		flor.-fruc., sp.		flor., sol.		fruc.-sem., sp.		flor.-fruc., sp.
Eupatorium cannabinum L.		sem., sp.-gr.			flor.-fruc., sp.			
Galium palustre L.	fruc., sp.			flor., cop.		fruc., sp.	sp.	sem., sp.
Glyceria arundinacea Kunth					fruc., sp.			
Inula britannica L.		flor., sp.		flor., sp.				
Juncus lampocarpus Ehrh.				flor., cop.-gr.				
Lythrum salicaria L.				flor.-fruc., sp.			flor.-fruc., sp.	
Lycopus europaeus L.	veg., sp.	sem., sp.			sp.		sem., sp.	flor.-fruc., sp.
Lepidium latifolium L.							flor., sp.	
Lysimachia vulgaris L.		sem., sp.		flor., sp.			flor., sp.	
Myosotis caespitosa Schultz.								
Mentha aquatica L.				flor., cop.	sp.	flor.-fruc., cop.	flor.-fruc., sp.	flor., sp.
Nasturtium palustre D. C.	sem., sp.							
Nephrodium thelypteris Desv.	soc.	sem., soc.	sem., cop.-gr.	sem., cop.	soc., gr.	sem., cop.-gr.	cop.-gr.	sem., cop-gr.
Oenanthe aquatica Lam.	sp.		sp.					
Polygonum amphibium L.	sp.		sp.				sp.	
P. persicaria L.		sem., sp.						
Populus nigra L.	sol.	veg., sol.					sol.	
P. alba L.		veg., sol.					sp.	sp.
Panicum crus galli L.		sp.						
Phragmites communis L.	veg., soc.	veg., soc.	veg., soc.	veg., sp.-gr.	veg., soc.	fruc., sp.	sem., sp.-gr.	soc.

Продолжение

Место и время сбора / Названия растений	Лим. Лозоватый, Приазовье 19/VII—28	Лим. Лозоватый, Приазовье 9/VIII—29	Л. Комариный (Церковный) Приазовье 19/VII—29	Глубок. гирло, Казачья гряда, Гривенская плавня 27/VII—29	Л. Бабиный (Западный), Приазовье 15/VI—31	Л. Большой Западный, Гривенская плавня 31/VIII—30	Л. Карсов Закубанские плавни 25/IX—31	Л. Кесслеров, Закубанские плавни 25/IX—31
	1	2	3	4	5	6	7	8
Plantago major L.		sem., sp.						
Ranunculus lingua L.	flor., sp.				sol.	flor.-fruc., sp.	flor.-sem., sp.	flor -fruc., sp.
R. sceleratus L.				fruc., sp.				
Rumex maritimus L.		sem., sp.						
R. hydrolapathum Huds.	sp.					sem., sp.	sem., sp.	sem., sp.
Scirpus lacustris L.			fruc., sp.-gr.	sp.	flor.-fruc., sp.	sem., sp.	sem., sp.	
S. triqueter L.				sem., sp.-gr.				
S. maritimus v. *macrostachys*		sem., sp.-gr.		sem., cop.-gr.				
Sonchus arvensis L.		flor., sp.		sem., cop.				sem., cop.
Sparganium ramosum Huds.	flor., cop.			flor.,		flor., cop.	flor.-fruc., sp.	flor.-fruc., cop.
Sium latifolium L.								
S. lancifolium M. B.				flor., cop.		flor., sp.	flor.-fruc., sp.	
Salix alba L.	veg., sp.	veg., sp.						veg., sp.
S. triandra L.		veg., sp.						
S. caprea L.	veg., sp.							sp.
S. cinerea L.		veg., sp.-gr.					veg., sp.	
S purpurea L.		veg., sp.						
Solanum dulcamara L	flor.-fruc., sp.	flor.-fruc., sp.	sp.			flor.-fruc., sp.	fruc.-sem., sp.	
S. lycopersicum Tourn.	flor.-fruc., sol.							
Stachys palustris L.				flor.-sem., sp.		flor.-fruc., sp.	sp.	flor.-fruc., sp.
Typha latifolia L.	sp.	sem, sp.-gr.	sol.			sem., sp.	sem., sp.-gr.	
T. angustifolia L.	cop.	sem., cop.	cop.	sem., cop.		sem., cop.	sem., cop.	cop.
T. Laxmannii Lep.							sp.-gr.	
Urtica dioica L.							flor., sol.	
Veronica anagallis L.		sem., sp.		flor.-fruc., sp.			sp.	sp.
Xanthium strumarium L	sp.				flor.-fruc., sp.		sem., sol.	

обычному зарастанию. Сплавины стали распадаться, превращаясь в торфообразную почву, и частью были выжжены. В настоящее время (1931 г.) все лиманы этой группы высохли до полного обнажения дна.

Между тем, по моим наблюдениям, интенсивно стала обводняться Гривенская плавня, протянувшаяся от северного колена Протоки до Гривенской гряды. Вода из Протоки устремилась сюда через многочисленные старые и вновь образуемые прорвы. Особенно много дал воды разлив 1931 г. Водоемы, пересыхавшие ранее, наполнились, и процессы заболачивания стали развиваться энергичнее. Болотная растительность наступает на прежде сухие и высокие гряды, служившие местами косьбы сена, посевов, посадок плодовых деревьев и хуторских поселений, и постепенно занимает их (гряды: Гривенская, Степок, Широкая, Черепашья).[1]

Вместе с тем образование сплавин, протекавшее ранее очень медленно, стало резко заметным. На глазах жителей за последние 10-12 лет возникли сплавины в лл. Ханском, Большом Западном, Малом Западном и др. Лиманы Малый Западный, а также небольшие водоемы западной части Гривенской плавни за это время превращены в осоково-тростниковые топкие болота, так наз. Волчьи плеса. В заболачивании последних значительное место принадлежит нарастанию.

В Закубанских плавнях сплавины встречаются во многих лиманах. Но в некоторых из них (Куркуй, Закитай и др.) они выгорели в 1930 г., сохранившись в лиманах Карсовом и Кесслеровом. Так как здесь налицо все три условия, благоприятствующие развитию сплавин: речная вода, ее обилие и замедленное течение через плавни, площадь, занимаемая ими, будет расширяться. Но одновременно в местных водоемах энергично проявляется и зарастание вследствие приноса осадков через ерик Куркуль и прорывы берега Кубани.

В районе собственной дельты Кубани небольшие и молодые, первой стадии, сплавины встречаются изредка в более старых водоемах приречной плавни (оз. Разнопольское, Кучерявое, Рачье, Ореховое). Мелиоративные мероприятия и энергично идущие процессы обмеления и заболачивания путем зарастания не дают возможности значительного развития сплавин.

На прилагаемой карте Кубани районы распространения сплавин заштрихованы, а наличие их отмечено черными пятнами. Обширность их распространения, особенно в центральной части плавень—Приазовском массиве, и быстрое развитие в Гривенских и Закубанских плавнях свидетельствуют о том, что процессы заболачивания путем нарастания или образования торфяников у поверхности воды имели и имеют еще и теперь значительное место в создании плавневого ландшафта Кубани.

При обработке гербарных материалов я пользовался помощью в определении растений К. А. Захаровой, причем все определения были проверены ассистентом Новочеркасского сельхоз. института А. К. Прокофьевой-Раздорской, а статья в целом просмотрена проф. того же института И. В. Новопокровским. Названным лицам приношу глубокую благодарность.

Ноябрь, 1931 г.

---

[1] Сообщение Ш и ф ф е р с-Р а ф а л о в и ч (см. выше) об остатках садов, встречающихся между плавнями, следует рассматривать в связи с процессом последующего заболачивания, подобного указанному и происходящему вследствие изменения гидрологических условий. Трудно допустить, чтобы местные жители, хорошо зная свойства сплавин, рыхлость, малое количество питательных веществ, подверженность пожарам, ежегодно возникающим в плавнях, решались бы разводить на них сады.

L. Z. ZACHAROW

Die „Splaviny” der Bänke des Kuban-Flusses

Zusammenfassung

Unsere geobotanischen Forschungen in den Bänken des Kuban-Flusses (N. Kaukasus) haben erwiesen, dass der Versumpfungsprozess des Unterlaufs auf zweierlei Art vor sich geht: durch Zuwachsen und durch Überwachsen. Das allmähliche Zuwachsen, oder die Besitzergreifung der Wasserbecken durch eine Vegetation, die mit zunehmender Verflachung in dieselben eindringt, ist in den Kubanbänken eine häufige Erscheinung. Überall an genügend seichten Stellen, hauptsächlich also an der Peripherie des Bänkenmassivs, findet dieser Prozess statt. In den infolge des Durchsickerns von Wasser und feinen Partikeln durch das Schilfdickicht, langsam verschlammenden tiefen Becken im Innern der Bänke, beobachten wir aber eine andere Versumpfungsart — das Überwachsen.

Indem sich die Sumpfwasserpflanzen (*Phragmites*, *Typha*, *Scirpus*, *Sium*, *Alisma*, *Mentha*, *Nephrodium*) an den unverwesten am Ufer schwimmenden organischen Resten festwurzeln, und denselben durch ihre Stengel, Wurzelstöcke und Wurzeln Festigkeit verleihen, bilden sie eine Art von schwimmenden, Splawiny genannten, Inseln. Anfangs sind sie wenig haltbar und zerreissen leicht bei Wellenschlag, doch bei fortfahrender Besiedelung durch die Vegetation der Bänke (*Carex*, *Ranunculus*, *Stachys*, *Epilobium*, *Iris*, *Solanum*, *Salix* u. a. m.) gewinnen sie an Festigkeit und verschmelzen mit einander. Bei seiner Weiterentwicklung rückt dieser Uferring aus Schilf und Seggen-Torf in das Innere des Wasserbeckens vor und überdeckt dasselbe. Zu dieser Zeit erreicht die Torfschicht eine Dicke von 1 - 1,5 *m*. Unter ihr bleibt dünnflüssiger von den Wurzeln der oberhalb lebenden Pflanzen durchzogener Sapropelschlamm noch weiter fortbestehen.

In früheren Jahren, bis nach 1900, vollzog sich dieser Versumpfungsprozess des Überwachsens bei reichlicherem Zufluss und freierer Ausbreitung des Unterlaufs der Kuban, in weitem Umfange. Eine Reihe von bedeutenden Limanen (Seen) ist verschwunden oder derart verflacht und versumpft, das sie ihre ehemalige Bedeutung für den Fischfang verloren haben. (Die Limane Tscheburgol, Plawowaty, Orechowaty, Komariny, Kesslerow, Karsov, Bolschoj und Malyj Sapadnyj u. andere). Das eine Fläche von über 60.000 Haeinnehmende ausgedehnte Asowbänkemassiv verdankt seine Entstehung vornehmlich solch einem Überwachsen.

Gegenwärtig hat seine Ausdehnung, infolge von meliorationswirtschaftlichen Arbeiten bedeutend abgenommen, in dem Entwicklungsprozess ist eine Verlangsamung eingetreten, doch bestehen die Inselmassen in den Bänkegebieten von Transkuban (Staniza Warenikowskaja), ausserhalb des Kubangebiets (St. Temrük), am Asow (Staniza Petrowskaja) und auf den Griwenski-Bänken (Staniza Griwenskaja), noch weiter fort.

ТОМ 18 БОТАНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ СССР № 4 1933

TOME 18 JOURNAL BOTANIQUE DE L'URSS № 4 1933

Л. Е. РОДИН

Типы степей Нижнего Заволжья

Предварительное сообщение[1]

(Получено 10/VII-1933 г.)

Летом 1932 г. я принимал участие в Северной геоботанической группе Нижне-Волжской экспедиции Академии Наук, проводившей большие исследовательские работы в связи с намеченной постройкой Камышинской плотины и ирригацией края.

Район работ Северной геоботанической группы ограничен на севере р. Чагрой и на юге р. Ерусланом и северной окраиной Арало-Каспийской равнины; западной границей является современная долина Волги и на востоке меридиан 19° в. д. от Пулкова (последнее лишь приблизительно, так как здесь границей являлась горизонталь 120 *м*, и, таким образом, на территориях, лежащих выше 120 *м* абсолютной высоты, исследования не производились). В пределах этого большого района работало 7 геоботанических отрядов.[2]

Обширные материалы, собранные нашей Северной группой, находятся еще в стадии обработки, но основные черты растительного покрова уже наметились, и, так как по районам наших работ нет в литературе опубликованных данных, то поэтому я и решаюсь опубликовать настоящую статью еще до окончания камеральной разработки того фактического материала (описание фитоценозов, гербарий, дневники и т. п.), который имеется в нашем распоряжении.

В 1908 г. И. Пачоский[3] говорил о южно-русских степях, что восстановление прежнего их облика является делом чрезвычайно трудным. К этому он прибавлял: „если „сегодня“ это дело хотя и трудное, но возможное, то „завтра“, быть может, оно будет и вовсе невозможным. Во всяком случае, сходство восстановленной картины с действительно бывшей будет тем меньше, чем позже мы примемся за дело“. Нам пришлось изучать заволжские степи в той стадии, которую Пачоский предполагал в своем „завтра“. Продолжая мысль Пачоского, необходимо сказать, что в Заволжье-то это „завтра“ было уже „вчера“. Но...лучше поздно, чем никогда!

Задача геоботаника — дать типы естественного растительного покрова в Заволжье — необычайно сложна. Весь край настолько освоен земледельческой культурой, что не всегда удается найти даже клочки нераспаханной целины; что же касается до сколько-нибудь значительных участков целинных степей, то, конечно, они совершенно отсутствуют. Указанное обстоятельство заставляет быть особенно осторожным в окончательных выводах, и, поэтому я еще раз указываю, что настоящая статья представляет собою предварительное сообщение, публикуемое мною, главным образом, с тем, чтобы получить отклики, суждения и критику от исследователей степей нашего Союза, которыми (откликами и т. д.) я не премину воспользоваться при окончательной сводке материала.

---

[1] Темой этой статьи служит мое сообщение, доложенное в геоботаническом отделе Ботанического института АН 26. XI. 1932.

[2] Основным материалом для этой статьи являются личные наблюдения автора. Кроме того, автор воспользовался неопубликованными еще наблюдениями коллег по работе: М. Н. Аврамчика, Е. Г. Боброва, А. В. Вазингер, И. П. Герасимова, А. Г. Доскач, Е. А. Кондратьевой, Д. В. Лебедева, Г. А. Мельвиля, Л. А. Смирнова, которым я выражаю здесь мою признательность. Особенную же благодарность выражаю Б. А. Келлеру и И. М. Крашенинникову за внимание и ряд ценных указаний и советов.

[3] И. Пачоский. Причерноморские степи. Зап. о-ва сель. хоз. южн. России. 1908.

Устройство поверхности обследованного района слагается из двух основных элементов: пологих возвышенностей, так наз. „сыртов“, достигающих высоты до 120 - 140 *м* и равнинных террас Волги и других рек, залегающих на различных гипсометрических уровнях. Значительная рассеченность и тех и других свидетельствует о сильных процессах денудации в недавнем геологическом прошлом, тогда как сейчас, благодаря сухости климата, эти процессы проявляются слабо. Сыртовые поднятия, достигая наибольших высот на востоке, постепенно понижаются по направлению на запад и юг, причем и вся остальная местность при движении на юг и запад имеет все меньшие и меньшие отметки абсолютных высот.

Распределение почвенного покрова в пределах нашего района в самых грубых чертах можно представить в следующем виде. Почвы пологих вершин сыртов и сыртовых плато, выше 100 - 110 *м* абс. высоты, однообразны и несолонцеваты; карбонатный и гипсовый горизонты залегают глубоко под поверхностью. Представлены эти почвы обыкновенными черноземами (к северу от р. Б. Иргиза), и южными черноземами, и темно-каштановыми почвами (к югу от Б. Иргиза); и для первых и для вторых характерно весьма глубокое залегание карбонатного и гипсового горизонтов.

Почвы обширных и пологих сыртовых склонов, залегающие в высотных пределах от 110 до 80 *м* абс. выс., являются несколько солонцеватыми и иногда обнаруживают некоторую комплексность: карбонатный и гипсовый горизонты здесь приближены к поверхности. Тип почв — темнокаштановый (для местностей южнее р. Б. Иргиза), и переходные к южным черноземам (севернее р. Б. Иргиза). В нижней части сыртовых склонов и на верхней — III надпойменной — террасе Волги, на высотах от 80 до 70 *м* почвы каштановые (к югу от р. Б. Иргиза) и южные черноземы (к северу от р. Б. Иргиза), отличающиеся некоторой солонцеватостью и нередко встречающейся комплексностью.

Вторая надпойменная терраса Волги и больших рек, в нее впадающих, отличается сугубой комплексностью, засолонцеватостью и пестротой наблюдаемых почвенных типов. Таким образом, в нашем районе мы имеем пеструю картину почвенного покрова. Если для территории, лежащей к северу от р. Б. Иргиза, зональным типом почвы будут обыкновенные черноземы, которые здесь и господствуют, то южнее Б. Иргиза мы сталкиваемся с весьма разнообразными типами почв, каждый из которых занимает значительные территории. Здесь на распределение почв существенное влияние оказывают абсолютная высота и характер рельефа. Сказать поэтому, какие почвы являются зональными для местностей между рр. Б. Иргизом и Ерусланом (в пределах нашего района) — я не решаюсь. Можно лишь отметить, что господствующими почвами являются каштановые, представленные и нормальными, и темными, и светлыми разностями, причем последние имеют наименьшее распространение, будучи связанными с долинами рек (кроме долины Волги, где их нет).

Разнообразие эдафических условий влечет за собой возникновение столь же разнообразного растительного покрова. Имеющиеся же в моем распоряжении материалы позволяют мне дать лишь грубую схему распределения типов степей[1], занимавших господствующее положение на территории района выше обрисованного; растительность же азональную (песчаные степи, лиманы) и интразональную (растительность солонцов и солончаков) в данном очерке я совершенно не затрагиваю.

Растительный покров нашего района от Чагры до Еруслана представлен в плакорных условиях ковыльными степями. Река Б. Иргиз является естественной границей, более или менее разделяющей наши степи на две группы [2]: умеренно-влажные злаково (ковыльно)-разнотравные степи и сухие ковыльные степи [3].

Первая группа нами может быть охарактеризована лишь в самых общих чертах, так как область распространения обыкновенного чернозема давно и сплошь распахивается, благодаря чему не удалось найти хотя бы даже клочков целины.

Так, по наблюдениям, имеющимся в нашем распоряжении, и по крайне отрывочным сведениям, имеющимся в литературе, степи, приуроченные к обыкновенным черноземам, должны быть отнесены к типу ковыльно (злаково)-разнотравных степей. Господствующими злаками здесь являются: *Stipa stenophylla*, *S. Joannis*, S. *dasyphylla*, *Avena desertorum*, *Poa pratensis*, *Phleum Boehmeri*. Характерным для этой степи будет богато представленное разнотравие, среди которого встречаются виды весьма характерные для умеренно влажных „открытых“ степей, как напр. *Filipendula hexapetala*, *Trifolium montanum*, *Stellaria graminea* и др. Общий же список разнотравия в условиях черноземной степи превышает в одном ценозе 60-65 видов, дающих как полную сомкнутость надземного яруса растительности, так и сильное задернение почвы.

Растительность южных черноземов севернее р. Б. Иргиза ближе по составу и облику к степям на обыкновенном черноземе. Но здесь, особенно по мере движения к югу, все большую роль из ковылей начинают играть *Stipa capillata* и *S. Lessingiana*, в то время как *S. sienophylla* и *S. Ioannis* попадают в подчиненное положение.

Вот та схема, которая может быть предложена нами для характеристики степей для районов севернее р. Б. Иргиза. Выделить более точно разности для обоих типов черноземов имеющийся в наших руках материал не позволяет сделать в настоящее время, так как необходима более детальная его проработка.

Вторая группа, т. е. сухие ковыльные степи, представлена несколькими типами, свойственными определенным геоморфологическим образованиям[4].

---

[1] Под типом степи автор понимает группу ассоциаций растительности, объединенных сходным видовым составом, количественными соотношениями видов, экологической обстановкой, находящихся в равноценных эдафических условиях и занимающих плакорные элементы ландшафта.

[2] Более или менее разделяющие, потому что южнее р. Б. Иргиза по небольшим островкам южных черноземов встречается тип степи, который по значительно представленному разнотравию может быть отнесен к первой группе, а по наличию *Stipa Lessingiana* — ко второй (см. тип I).

[3] Следуя терминологии И. М. Крашенинникова.

[4] Здесь и в дальнейшем характеристика типов дается на основании конкретных описаний, имеющихся у автора. Числа, характеризующие степень обилия, покрытие и т. п., указываются средние по нескольким описаниям. Полные описания и списки не приводятся, дабы не загромождать этого очерка, тем более, что они будут опубликованы в свое время в другом месте.

Тип I. Разнотравно (ковыльно)-злаковая степь

Как выше сказано в примечании, этот тип является до некоторой степени промежуточным, переходным. Распространие его связано с небольшими островками горизонтальных сыртовых плато, иногда имеющих вид даже незначительных плоских депрессий, на высоте от 70 до 110 *м* абс. выс. В этих высотных пределах на плато развиваются южные черноземы [1].

Растительность смыкается над поверхностью почвы; проективное покрытие составляет 1,0; истинное покрытие — 0,8. Фон ценозу дают *Festuca sulcata, Koeleria gracilis* и ковыли. Для этого типа у меня имеется описание только одного целинного участка, на котором отмечены следующие компоненты.

Koeleria gracilis cop.^{1}—cop.^{3}
Festuca sulcata sp.—cop.^{2}
Stipa dasyphylla sol.
„ *capillata* sp.
„ *Lessingiana* sol.—sp.
Phleum Boehmeri sol.—cop.^{1}

Poa bulbosa sol.—cop.^{1}
Thymus Marshallianus cop.^{1}
Dianthus Borbasii sol.—cop.^{1}
Scabiosa ochroleuca sp.
Hieracium echioides sp.
Spiraea crenifolia sp.

Всего видов в ценозе насчитывалось 53; на 100 *м*^{2} было зарегистрировано 41 и на 1 *м*^{2} приходилось от 16 до 23 видов.

Тип II. Тырсовая степь

Занимает пологие вершины сыртов в высотных пределах от 90 до 130 *м* абс. выс. Почвы темно-каштановые, мощные, с глубоко опущенным горизонтом вскипания—60 - 70 *см* и гипсовым горизонтом ниже 2 *м*. В этом типе характерно развитие крупно-дерновинного микрорельефа, обусловленного наличием больших (до 40 *см* в диаметре) дерновин тырсы. Проективное покрытие 1,0, истинное покрытие 0,7. Фон ценозу дает абсолютно господствущая тырса—*Stipa capillata*, крупные дерновины которой образуют подобие кочек, а стебли достигают высоты 80 *см*. Здесь были отмечены компоненты:

Stipa capillata cop.^{3}
Festuca sulcata cop.^{1}
Poa bulbosa sp.
Koeleria gracilis sp.
Galium verum cop.^{1}

Artemisia austriaca cop.^{1}
Linosyris villosa sp.
Veronica ineana sp.-gr.
Carex supina sp.

Число видов в ценозе равно 51, а на 100 *м*^{2} приходится 37. Здесь наблюдается некоторое уменьшение числа видов по сравнению с типом I, что и понятно, благодаря мощному развитию дерновин тырсы, сильно угнетающих остальные растения.

Подобным образом тырсовая степь развивается на темно-каштановых почвах легкого механического состава; на таких же почвах, но тяжелого механического состава, роль тырсы ослабляется и ее начинает вытеснять ковылок—*Stipa Lessingiana*. В более же южных местах, напр. в средней части бассейна обоих Узеней, тырса постепенно сменяется тырсиком—*Stipa sareptana*, причем на значительном протяжении оба ковыля встречаются совместно, будучи весьма близкими по экологии, так что провести резкую границу их ареалов не представляется возможным.

---

[1] Здесь речь идет о южных черноземах, распространенных к югу от р. Б. Иргиза.

Тип III. Ковылково-тырсовая степь

Занимает обширные склоны сыртов (так наз, сыртовые равнины) в пределах от 70 до 90 *м* абс. выс. Пространственное распространение этого типа является наибольшим. Темно-каштановые почвы, развивающиеся в условиях сыртовых равнин, отличаются от предыдущих некоторой солонцеватостью, приближенным горизонтом вскипания (40-60 *см*) и гипсовым горизонтом, подымающимся до 120 *см* от поверхности. Микрорельеф здесь также дерновинный, но дерновины здесь уже значительно меньше в диаметре. Проективное покрытие растительностью от 0,7 до 1,0 (для различных ценозов), а истинное покрытие от 0,4 до 0,9.

Фон ассоциации слагается из ковылей, причем и здесь из ковылей *Stipa capillata* и *S. Lessingiana* преобладают то один, то другой. На почвах легкого механического состава преобладающей является тырса; там же, где мы имеем тяжелый механический состав, первенство переходит к ковылку, так что в этом последнем случае можно говорить о „тырсово-ковылковой степи“.[1]

Для южных же районов мы будем иметь тип ковылково-тырсиковой степи, где место *Stipa capillata* займет *Stipa sareptana*.

Благодаря тому, что в этом типе крупно-дерновинные злаки имеют значительно меньшее, чем в типе II развитие, здесь мы наблюдаем некоторое обогащение видового состава по сравнению с тырсовой степью. Так, число видов и ценозах доходит до 72, на 100 $м^2$ приходится от 35 до 52 видов и на 1 $м^2$ было зарегистрировано от 11 до 21 вида. Компоненты в этом типе следующие:

Stipa capillata sp. - $cop.^3$
„ *Lessingiana* sp. - $cop.^3$
Festuca sulcata $cop.^1$ - $cop.^3$
Koeleria gracilis sp. - cop^3
Poa bulbosa sol. - $cop.^3$

Artmeisia austriaca sol. - $cop.^1$
Linosyris villosa sol. - $cop.^1$
Taraxacum serotinum sol. - $cop.^1$
Galium verum sp.
Carex supina sp.

В ассоциации ковылково-тырсовой степи обращает внимание значительное обилие типчака — *Festuca sulcata*; весьма вероятно, что здесь мы сталкиваемся с результатом влияния выпаса, тем более, что и мятлик — *Poa bulbosa*, обычно незначительно распространенный, иногда получает также весьма высокую отметку обилия.

Тип IV. Тырсово-ковылково-типчаковая степь

Ассоциации этого типа степей располагаются на плато верхней (III надпойменной) террасы Волги и крупных рек (Б. Иргиз, Б Караман), в высотных пределах 60 - 80 *м* над уровнем моря.

Как было сказано выше, на III террасе развиты каштановые почвы. Горизонт вскипания находится на глубине 30 - 40 *см*, горизонт гипса на 120 - 130 *см* от поверхности. Нередки участки изрытые сусликами; иногда сусликовые холмики распаханы, несколько снивеллированы, но и в том и другом случае вскипание почвы с кислотой можно наблюдать с поверхности.

Микрорельеф мелко-дерновинный, образуемый дерновинками, главным образом, *Festuca sulcata*, а также и ковылей; причем тырса здесь не образует дерновин сколько-нибудь заметно крупнее, чем типчак и ковылок. Проективное покрытие весьма неравномерное, колеблясь в различных ценозах от 0,5 до 1,0; истинное покрытие 0,3 - 0,5.

---

[1] В своих названиях ассоциаций я придерживаюсь такого принципа: если для ассоциации характерно два-три вида растений, то господствующего из них я ставлю в наименование последним. Так, следовательно, название „тырсово-ковылково-типчаковая степь“ означает, что господствующим, создающим фон растением является типчак, а оба ковыля физиономически менее заметны..

Фон растительности создается абсолютно господствующим типчаком, к которому, в значительной все же еще степени, присоединяются тырса и ковылок.

Следующие компоненты характерны для этой степи:

Festuca sulcata cop.^{1} - cop.^{3}
Stipa capillata sp. - cop.^{1}
„ *Lessingiana* sp. - cop.^{1}
Poa bulbosa sol. - cop.^{3}

Artemisia austriaca sp. - cop.^{3}
Linosyris villosa sol. - cop.^{1}
Artemisia campestris sp.
Carex supina sp.

Дерновины злаков оставляют значительную свободную поверхность почвы, на которой сильно распространяется *Poa bulbosa* и другие эфемеры (типа *Alyssum desertorum*, *Androsace maxima* и др., а также характерно для этого типа наличие на почве низших растений: *Nostoc commune*, *Parmelia vagans* и видов *Tortula*, получающих отметку обилия до cop.^{1}

По числу видов, составляющих ассоциацию, мы наблюдаем резкое уменьшение, а именно: в ценозах насчитывается от 24 до 33 видов, на 100 *м*^{2} приходится от 24 до 28 и на 1 *м*^{2} наблюдались колебания от 9 до 18 видов (не считая низших растений).

На участках, где сказалось влияние роющих животных, наблюдаются такие растения как *Artemisia maritima, Kochia prostrata* и особенно развиваются колонии *Nostoc commune*, вследствие крайне разреженного здесь травяного покрова.

В области распространения почв легкого механического состава, особенно супесчанистости, непременным участником ценозов является *Artemisia campestris*; тяжелый механический состав влечет за собой угнетение и почти полное исчезновение *Stipa capillata*.

Тип V. Белополынно-типчаковая степь

Занимает равнинные пространства II надпойменной Волжской террасы и платообразные подошвы сыртов (там, где вследствие процессов денудации сыртовые склоны через сильно снивеллированные шлейфы переходят в плато II террас, в тех случаях, когда III терраса отсутствует).

Развивающиеся здесь почвы отличаются значительной комплексностью. Здесь можно наблюдать все градации от чернозема до солонцов. Господствующими будут солонцеватые разности каштановых почв, характерные вскипанием близким к поверхности (15 - 20 *см*), более высокой глинистостью горизонта В и залеганием гипса на 120 *см* и даже ближе. К средине лета поверхность почвы растрескивается на полигональные отдельности.

Господствующей ассоциацией в этих условиях является упомянутая белополынно-типчаковая степь.

Микрорельеф здесь мелкодерновинный (из дерновинок *Fectuca culcata*).

Проективное покрытие 0,6 - 0,9; истинное покрытие 0,4 - 0,6.

Число видов в ценозе не превышает 28, на 100 *м*^{2} приходится от 18 до 24 видов, а на 1 *м*^{2} было зарегистрировано всего от 8 до 13 видов.

Здесь компонентами являются:

Festuca sulcata cop.^{1} - cop.^{3}
Poa bulbosa sp. - cop.^{3}
Agropyrum ramosum sol. - sp.
„ *desertorum* sol.

Artemisia maritima sol. - cop.^{1}
„ *austriaca* sol. - cop.^{1}
Kochia prostrata sol. - cop.^{1}
Alyssum desertorum sp.

Развитие низших растений идет все значительнее. *Nostoc commune*, *Tortula ruralis* и другие виды *Tortula*, так же как виды *Parmelia* и *Aspicilia*, обильно покрывают поверхность почвы, получая каждый отметку обилия до cop.[1]

Белополынно-типчаковая степь является самым южным типом степной растительности в пределах нашего района (как я оговаривался выше, в настоящем очерке я выпускаю рассмотрение растительности интразонально вклинивающихся в наш район солонцов и песков). Светло-каштановые почвы, встречающиеся у нас лишь кое-где по речным долинам, недостаточно развиты; область их широкого распространения лежит уже на Арало-Каспийской низменности, по северному краю которой проходит граница нашего района; тип степи, точнее комплексной полупустыни, этим почвам свойственный, я не могу характеризовать по недостатку материала.

Таковы наметки, общие черты типов степи, как они вырисовываются на основе материалов, имеющихся в наших руках. Та высокая степень сельско-хозяйственной освоенности района, его „закультуренность“, о которой я уже упоминал, конечно, не дает возможности дать истинную картину былого состояния степей. Возможна лишь бóльшая или меньшая степень приближения. Этот очерк является предварительной попыткой такого рода.

Ленинград
Ботанический институт
СССР.
Январь 1933 г.

L. E. RODIN

Die Steppentypen des unteren Transwolgagebietes

Zusammenfassung

Das ausgedehnte Territorium des Unteren Transwolgagebietes ist gegenwärtig in seinem vollen Umfange dem Ackerbau dienstbar gemacht worden. Die Steppentypen, welche bis vor nicht langer Zeit seine Ebenen und sanften Anhöhen bedeckten, sind der Wissenschaft unbekannt geblieben. Die geobotanische Gruppe im Bestande der Expedition der Akademie des Wissenschaften d. USSR zur Erforschung der gewaltigen Fläche von 4,5 Millionen Ha, deren Bewässerung in Aussicht genommen worden ist, hatte die Aufgabe eine geobotanische Karte des Gebietes aufzunehmen. Die Erfüllung derselben erforderte das Studium der noch vorhandenen Uberreste der natürlichen Vegetation, um nach denselben die der Kultur vorhergegangenen Pflanzendecke festzustellen. Das nötige Material zur Feststellung der Haupttypen der hier vormals verbreiteten Steppen lieferten kleine Flecken von dem Pfluge noch unberührten Landes, Steppenheuschläge, die Hänge von Steppenschluchten usw.

Das erforschte Territorium liegt innerhalb folgender Grenzen: nach W das Wolgatal, 0 - 19° Breitengrad von Pulkowo; nach N das Tal des Tschagraflusses und nach S das Tal des Eruslanflusses und der nördliche Rand der Kaspiniederung. Die Oberfläche dieses Rayons besteht aus zwei Hauptelementen: sanften Anhöhen, den s. g. „Syrten“, die bis 120 *m* absoluter Höhe erreichen, und den flachen Terrassen der Wolga und deren Nebenflüsse, die auf verschiedenen hypsometrischen Niveaux liegen. Sowohl die einen wie die anderen geben gegenwärtig das Bild einer typischen Erosionslandschaft.

Das Tal des Irgisflusses bildet die natürliche Grenze, welche das erforschte Territorium in 2 Unterzonen teilt:

I. Die Unter-Zone der mässig feuchten Kräuter-Gräser-Steppe. Den zonalen Bodentyp bildet hier Tschernosem (gewöhnlicher und südlicher).

II. Die Unterzone der trockenen Grassteppe. Hier bilden kastanienbraune Böden den Zonaltyp (dunkelkastanienbraun und normalkastanienbraun).

Die Steppenvegetation der Wasserscheidegebiete ist durch folgende Typen vertreten.

I. 1) Pfrimengrass-Kräuter-Gräser-Steppe auf gewöhnlichen Tschernosemböden. Die herrschenden Pflanzen sind: *Stipa stenophylla, S. Joannis, S. dasyphylla, Avena desertorum, Poa pratensis, Phleum Boehmeri.* Den Fond bildet eine artenreiche Kräutervegetation, für welche Arten wie *Filipendula hexapetala, Trifolium montanum, Stellaria graminea,* charakteristisch sind. Deckungsgrad gleich 1, 0. Die Zönose enthält 60 - 65 Arten.

I und II. 2) Kräuter-Gräser-Pfrimengrass-Steppe auf Südtschernosem, gekennzeichnet durch Vorherrschen von Gräsern und geringeren Reichtum an Kräutern. Deckungsgrad gleich 1,0. Die Anzahl der Arten in der Zönose erreicht 53; auf 100 m^2 kommen 41 Arten, auf 1 m^2 16 bis 23. (Liste der Komponenten S. 295 des russ. Textes).

II. 3) Pfrimengrassteppe auf dunkelkastanienbraunen Böden. Vorherrschend ist *Stipa capillata,* welche ausgedehnte Rasenflächen bildet, in denen sich eine geringe Menge Gräser und Kräuter befindet. Deckungsgrad gleich 1,0. Die Anzahl der Arten erreicht 51; auf 100 m^2 kommen 37 Arten (Liste der Komponenten auf S. 295 des russ. Textes).

II. 4) Pfrimengrassteppe (*Stipa capillata* + *S. Lessingiana*) auf schwachsalzhaltigen dunkelkastanienbraunen Böden. Vorherrschend sind *Stipa capillata* zusammen mit *S. Lessingiana* (in gleichem Grade oder mit Überwiegen bald der einen, bald der andern Art, je nach der mechanischen Zusammensetzung des Bodens), denen sich eine ansehnliche Anzahl xeromorpher Kräuter hinzugesellt. Deckungsgrad gleich 0,7 - 1,0. Die Anzahl der Arten in der Zönose erreicht 72; auf 100 m^2 kommen 35 - 52 Arten und auf 1 m^2 11 - 21. (Liste S. 296).

II. 5) Pfrimengrass-*Festuca*-Steppe auf kastanienbraunen Böden, der dritten Terrasse, oberhalb des Überschwemmungsgebietes. Den Fond der Assoziation bildet *Festuca sulcata* in Gemeinschaft mit *Stipa Lessingiana* und *S. capillata.* Deckungsgrad gleich 0,5- 1,0. Die Anzahl der Arten in der Zönose erreicht 24 - 33; auf 100 m^2 kommen 24 - 28 und auf 1 m^2 von 9 bis 18 Arten. (Liste S. 297).

III. 6) Wermut-*Festuca*-Steppe auf salzhaltigen kastanienbraunen Böden der II Terrasse oberhalb des Überschwemmungsgebiets. Die vorherrschende Pflanze bildet *Festuca sulcata* mit bedeutendem Anteil von *Artemisia maritima.* Deckungsgrad gleich 0,6-09. Die Anzahl der Arten in der Zönose übersteigt nicht 28; auf 100 m^2 kommen 18 bis 24 und auf 1 m^2 8-13 Arten. (Liste S. 227).

Das vorliegende Schema ist nur ein vorläufiges, da der bedeutende Teil des von der Expedition gesammelten Materials noch seiner Bearbeitung wartet.

ТОМ 18 БОТАНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ СССР № 4 1933
TOME 18 JOURNAL BOTANIQUE DE L'URSS № 4 1933

Н. А. КОНОВАЛОВ

К вопросу о геоботаническом изучении лесов

(Получено 25/V 1933)

Геоботанические исследования лесов известны большею частью под именем типологии. Целый ряд лесоводов стремится даже противопоставить типологию геоботанике, заявляя, что типологическое изучение лесов проводится для нужд лесного хозяйства, а геоботаническое изучение „для ботаники".

Такая установка, конечно, неверна. Лес для леса изучать незачем.

В этой краткой заметке, которая вовсе не претендует на исчерпание столь сложного вопроса, как геоботаническое изучение леса, я заострю внимание лишь на тех вопросах, которые у автора накопились за последние годы.

Проф. М. М. Орлов в II томе Лесоустройства по меткому выражению проф. В. Н. Сукачева излагает „историческое развитие идеи типов леса обстоятельно, хотя и субъективно". [1] На основании этого изложения мы видим, что геоботаническое (или типологическое) изучение лесов началось в 1888 г. [2] Это изучение началось с одной стороны, лесоводом проф. В. Я. Добровлянским, с другой — акад. С. И. Коржинским. С именем последнего в геоботанике связано начало нового этапа развития этой науки.

Почти одновременно началось изучение лесов и лесоустроителями (Н. К. Генко, И. И. Гуторович и др). Последние, устанавливая типы насаждений, отмечают, что „только благодаря установлению этих типов, удалось завершить подготовительные работы в один год".

Таким образом, изучение типов насаждений в лесоводстве было вызвано практикой и для целей практики. Лесоустройство б. „удельных" и „казенных" лесов нуждалось в более дешевом способе производства работ для скорейшего выдела насаждений, годных для продажи на сруб. Это изучение началось, главным образом, в районах экстенсивного лесного хозяйства, где рубка велась „с вершка", и сбыт имела только крупная древесина. Естественно, что крупную древесину можно вырубить только с определенных условий местообитания, т. е. в определенных типах лесонасаждений. Лесопромышленник севера знал не хуже лесоустроителей эти „типы лесонасаждений", где можно было „урвать" ценную древесину.

Развитие типологии, как средства для более упрощенного и скорого выдела леса для продажи, относится к моменту подъема лесной промышленности. „Громадный рост лесопромышленности именно в пореформенную эпоху (т. е. в 80 - 90-е годы прошлого столетия, *Н. К.*) стоит, таким образом, вне сомнения" (Ленин[3]). Этот подъем лесной промышленности был вызван общим подъемом всей промышленности (Ленин — там же).

---

[1] В. Н. Сукачев. Руководство к исследованию типов леса 1931 г.

[2] М. М. Орлов. Лесоустройство т. II.

[3] Ленин. Сбор. сочин. т. III.

Итак, мы видим, что установление и изучение типов лесонасаждений было вызвано хозяйственными потребностями того времени, когда типы служили лишь нуждам лесоустройства для наиболее скорого выдела лесонасаждений, которые легче было продать лесопромышленнику.

Но это установление типов насаждения не было закреплено в хозяйстве, не были составлены таксационные таблицы (массовые, хода роста и др.) и осталось лишь как подсобная работа при обследовании лесов. Установленные типы насаждений в лесоводственной практике никак не применялись, и о них после отвода мест рубок забывали до нового отвода.

Дальнейшее развитие типологии связано с именем проф. Г. Ф. Морозова, который подвел теоретическую базу под учение о типах. Учение Г. Ф. Морозова с его принципами „независимости леса" и созерцательного отношения к лесу [1] также не вошло в лесохозяйственную практику и развивалось в значительной части лишь ради самого учения о типах.

Одновременно в начале нашего столетия сильно развивается новая отрасль ботаники — геоботаника, или, как она иначе называлась, учение о сообществах, фитосоциология. Эта отрасль ботаники также захватывает и лесоведение; даже больше того, у нас в дореволюционной России она, главным образом, базируется на лесоведении. Достаточно указать создателя целой геоботанической школы проф. В. Н. Сукачева, первые исследования которого относятся к лесам, на которых он разрабатывает целый ряд теоретических вопросов и т. д.

Эта теоретическая разработка геоботанических вопросов захватывает и Г. Ф. Морозова, который указывает, что „на лес... мы должны смотреть, как на ботанико-социальное явление." [2]

Школа Г. Ф. Морозова, оказавшая в свою очередь огромное влияние на развитие геоботаники, являлась школой капиталистической помещичьей России и отражала интересы господствующего класса.

Период послереволюционный 1917-25 гг. являлся периодом гражданской войны и хозяйственного восстановления молодой социалистической страны, когда типология имела ограниченное применение и разработка теории была слаба.

Лишь начиная с 1925 г. мы видим бурный рост геоботанических работ вообще, а вместе с ними и лесных. Появился социальный заказ нового господствующего класса — пролетариата; заказ по планомерному вовлечению в хозяйство страны новых площадей и по переустройству освоенных для подчинения природных факторов хозяйственной деятельности.

С каким же багажом пришла типология для выполнения этого нового заказа? Многие лесоводы полагали, что можно органичиться простым применением идеи Г. Ф. Морозова. Так, напр., проф. В. В. Гуман в предисловии к книге Г. Ф. Морозова „Учение о типах насаждений" уже в 1930 г. писал: „будем надеяться, что идеи, высказанные Г. Ф. Морозовым в „Учении о типах насаждений", дадут прочное основание для восстанавливаемого лесного хозяйства Союза".

Багаж Морозовской школы был явно старый, пригодный лишь для дореволюционной России. Пролетариат строил уже первую пятилетку, а мы в части типологической литературы надеялись на то, что „идеи Морозова“, пригодные для капиталистического общества, послужат „основанием“ для реконструкции лесного хозяйства в обществе социалистическом.

---

[1] Морозов. Учение о типах насаждений.

[2] Морозов. Там же.

К этому чисто морозовскому направлению примыкает ряд исследователей и лесоводов (проф. Алексеев, Тихомиров и др.)

С другой стороны, мы видим в этот же период, начиная с 1925 г., ряд работ школы геоботаника-лесовода проф. В. Н. Сукачева. Школа проф. В. Н. Сукачева, находившаяся частично также во власти идей Морозова, выполнила целый ряд работ по изучению типов леса в тесной связи с практическими заданиями (работы С. Я. Соколова в б. Управлении учебно-опытных лесничеств Лесного института; работы автора в лесоустроительных партиях под Москвой, Тульских засеках и др.). Но достаточно широкого применения типов в лесохозяйственной практике мы все-таки до сих пор не имеем. Я не берусь в этой заметке анализировать причины этого упорного отказа практики от типов, как не делал этого и выше, так как задачей этой заметки не произвести этот анализ, а остановиться, главным образом, на проблемах изучения лесов сейчас.

Но нельзя не отметить, что хотя работы и велись для нужд практики и в целях освоения их практикой, они самой практике давали сравнительно мало.

Резким поворотом в теоретической геоботанике надо считать годы 1931-1932, когда основные геоботанические вопросы начали просматриваться с самого начала. Одновременно и типология подвергается коренному пересмотру (Сукачев, бригады ЛОКА).

Как же обстоит дело сейчас? Какие вопросы стоят перед геоботаникой в связи с исследованием лесов? Не говоря уже о том, что геоботаника, „как выросшая на лесе в значительной части“, должна разработать целый ряд теоретических вопросов — понятие лес, ярус, смена пород и т. д., мы можем наметить целый ряд других вопросов, которые стоят непосредственно на рубеже теории и практики и которые являются критерием проверки теории.

Т. Лобов в статье „Лесная промышленность во втором пятилетии“ [1] отметил, что необходимо повести решительную борьбу с реакционным и по существу вредительским методом ведения лесного хозяйства, построенном на принципе постоянства и непрерывности лесопользования“. А этот принцип защищал и Г. Ф. Морозов, обосновывая его теоретически. Геоботаники-лесоводы должны доказать в своих исследованиях вредность этой теоретической установки, которой они, следуя Морозову, невольно придерживались до сих пор.

В этой же статье т. Лобов выдвинул большой вопрос о географии леса. Обеспеченность лесом у нас крайне неравномерна. В то время как в мало эксплоатируемых районах мы имеем большие избытки древесины и имеем мало промышленных предприятий, в районах с высоко развитой промышленностью у нас резкий недостаток, а часто и полное отсутствие лесов. Изменение географии леса есть задача нашего хозяйства. Продвинуть леса на так называемые „неудобные земли“ в районы Средней Азии, Украины, Средней и Нижней Волги, ЦЧО и т. д. — задача, в разрешении которой геоботаникам принадлежит почетная роль. Обследование этих „неудобных земель“, подбор древесных пород с установлением характера сложения ценозов (так наз. ассоциирование) — лежит на геоботанике.

---

[1] С. Лобов. Лесная промышленность во второй пятилетке. „Большевик“ № 10, 1932.

С другой стороны, леса нашего севера интенсивно сводятся в эксплоатацию во вторую пятилетку. Это их освоение идет с одновременным изменением и „географии промышленности“ (Лобов). Изменение „географии промышленности“ вызывает необходимость изменения в географии сельского хозяйства. Мы знаем о крупных проблемах — продвижении земледелия на север и превращении ряда потребляющих районов в производящие. В разрешении этих проблем — обследование для планирования новых хозяйств, отведения земель под различные типы угодий, борьбы с сорняками и т. д. — геоботаника должна принять самое большое участие.

Не менее актуальным вопросом является вопрос о быстро растущих породах и проблеме дуба и других ценных и твердых пород (ясень, клен, граб и др.), а также экзотов (Лобов).

Геоботанические исследования лесов должны в природе выявить наиболее быстро растущие экотипы [1], выяснить условия их произрастания и взаимодействия между собою и с другими древесными породами („борьба за существование“ и взаимоприспособление) для того, чтобы быстро ввести в практику хозяйства.

Наряду с этим для наших социалистических городов необходимо подобрать также ассортимент быстрорастущих декоративных пород, пользуясь материалом легко акклиматизирующимся.

Такая проблема просмотра экотипического состава лесов для извлечения из них наиболее нам ценного и нужного, но просмотра не только с узко-систематической, а с широкой геоботанической, лежит на геоботанических исследованиях.

Далее, Т. Лобов в вышецитированной же статье отмечает, что в крупных лесных массивах промышленного значения основной формой рубки будет концентрированная сплошно-лесосечная рубка; на площадях этих рубок должны применяться искусственное возобновление и лесо-мелиоративно-осушительные работы на севере.

Перед геоботаникой в этой области работ также стоит целый ряд задач: вопросы густоты культур, чистые или смешанные, способы борьбы с сорняками, изучение естественного возобновления, которое также, несомненно, будет играть значительную роль, изучение заболачивания лесосек на севере, „остепнения“ на юге, задернения и т. д.

Не менее актуальным вопросом является вопрос создания лесов-садов и использование ягодно-плодовых ресурсов лесов. Эти вопросы по комбинированному использованию лесных площадей и площадей, отводимых под лесные посадки, также требуют геоботанических исследований по выбору мест, подбору пород и т. д.

Но вопросы комбинированного использования леса не решаются только вышеназванным вопросом. Необходимо еще указать на разведение и использование в лесу целого ряда лекарственных и технических растений (ликоподий, ландыш, ивы и т. д.). Геоботанические исследования должны наметить пути организации таких подсобных хозяйств.

Далее, увеличение питания наших рабочих центров может итти в значительной части за счет грибов. Вопросы разведения грибов давно уже стоят в практике западно-европейского лесоводства, у нас же даже естественные фонды изучены очень слабо. Выяснение типов леса с их грибной флорой, намечение мест и форм грибных хозяйств — также задача геоботаники.

Крупнейшим же вопросом является вопрос о лесо-пастбищном хозяйстве. Освоение севера с организацией молочно-животноводческих совхозов и колхозов пойдет с одновременным освоением лесов, как пастбищных угодий. Наш юг крайне интенсивно использует и сейчас леса, как пастбище. Но если для луговых и степных пастбищ мы имеем целый ряд геоботанических исследований, то для пастбищ лесных таковых исследований почти нет. Как видно, и здесь роль геоботаники велика.

---

[1] В. Н. Сукачев. Основные установки селекции древесных пород в условиях советского лесного хозяйства. „Советская ботаника“ № 1, 1933.

Не менее актуальной задачей являются, конечно, и геоботанические (типологические) исследования в узком понимании этого слова. Леса в типологическом отношении у нас изучены крайне мало; лесохозяйственная практика типов не знает. При инвентаризации лесов необходимо поставить и геоботаническое изучение с последующим проектированием ряда хозяйственных мероприятий применительно к группам типов, или к типам леса.

Инвентаризация во второй пятилетке пойдет в значительной части по линии аэрофотосъемки. Предварительные данные по аэрофотосъемке некоторых районов[1] с одновременно очень незначительными геоботаническими маршрутными исследованиями показали значительное облегчение расшифровки аэроснимков. Этот вопрос должен быть проверен, но несомненно, что геоботанические исследования должны помогать в расшифровывании снимков. Имея одновременно производительность и выход сортиментов по разным типам леса или их группам, мы можем, вычислив по аэроснимку площади типов, или их групп, легко определить запасы и выход сортиментов всего массива. К сожалению, у нас почти не изучены производительность и сортиментация различных типов леса. Изучение этих вопросов должно стать одной из первых задач геоботаники совместно с таксацией.

Итак, мы видим, что перед геоботаникой сегодняшнего дня стоит целый ряд крупных задач. Эти задачи далеко еще не исчерпаны настоящей заметкой. Но вместе с тем это небольшое перечисление задач требует коренной перестройки самой геоботаники и перестройки методов ее работы. Эта перестройка должна вестись на базе диалектического материализма.

Если до сих пор методом работы геоботаники являлся почти лишь один метод наблюдения явления, то теперь, как это видно из вышеназванных задач, необходимо широко внедрить эксперимент. Экспериментальной геоботаникой занималось у нас очень немного (В. Н. Сукачев и его ученики) геоботаников. Теперь необходимо, чтобы эксперимент проник во все поры нашей исследовательской работы. Наблюдения и эксперимент, построенные на базе диалектического материализма, проникая друг друга, позволят успешно выполнить тот социальный заказ, который дает пролетариат геоботанике.

---

[1] Опыт аэрофотосъемки с расшифровкой типов леса, напр., имел место в Бузулукском бору (Леонтьев).

РЕФЕРАТЫ

Маевский П. Флора „Средней России“. 6-е издание, исправленное и значительно дополненное проф. Б. А. Федченко. Гос. изд. кол. и совх. литер. Л. - М. 1933, стр. 760, рис. 284. Цена 12 руб. 50 коп.; переплет 2 руб.

Выход новым изданием известного„ Определителя растений Средней России“ можно только приветствовать, так как последнее издание было в 1918 г.

Имеющийся на рынке „Определитель высших растений Европ. части СССР“ В. И. Талиева (7-е издание 1932 г.) не может заменить эту книгу, так как является по сути переизданием прошлых изданий без изменений и совершенно не отвечающим современному положению науки.

6-е издание Флоры „Средней России“ сильно отличается от прошлых изданий тем, что оно отвечает самым последним новинкам. Редактор проф. Б. Федченко изменил коренным образом книгу: во-первых он расположил семейства по системе Энглера, во-вторых — расширил территорию „Средней России“, добавив ЦЧО — б. губернии Воронежскую и Курскую до границ Украины, и соединил ее с границами „Флоры юго-востока“; в третьих — дал предварительное районирование этой территории, правда, пока очень грубое и искусственное; в чертвертых — привлек к обработке отдельных семейств и родов специалистов — Ю. Воронова, С. Ганешина, М. Ильина, П. Смирнова, С. Юзепчука и др.; и, наконец, приложил к концу работы список литературы этой территории.

Особенно полно переработаны критические семейства и роды: ковыли (р. *Stipa*) — П. Смирновым, осоки — В. Кречетовичем, лебедовые — М. Ильиным, манжетки — С. Юзепчуком.

Наряду с этим бросается в глаза, что остались „по старому“ непеределанными: чебрецы (р. *Thymus*) и экспарцеты. Много нового и среди старого материала, так, напр. вместо старых всем привычных осок *C. Hudsonii* = *C. stricta* приводится новое название *C. moscowensis;* оказывается, что старые названия неверны.

Но тут же бросается в глаза, что эта флора не согласована с „Флорой юго-востока“, которая выходит тоже под той же редакцией проф. Б. Федченко (вышло 5 томов). Ряд сомнительных старых названий, уже выясненных во „Флоре юго-востока“, здесь опять приводится, напр., указывается *Allium flavum* вместо *A. Paczoskianum, Pimpinella Tragium* вместо *P. titanophilla,* опять приводятся *Libanotis montana* и *L. sibirica* отдельно, тогда как у нас растет только один последний.

Наряду с этим следует указать, что литература использована не вся. Напр., осталась не использована украинская литература по р. *Daphne*. Во „Флоре“ приводится *Daphne altaica* синонимом *D. Sophia,* тогда как у нас растет только второй вид, и это два разных растения (М. Клоков и М. Котов. Про крейдяне вовчане личко (*Daphne Sophia*) та його видову самостійність — Труд. С.-Г. Ботаніки, т. 1, в. 3. Харьков 1927) и обратно, как самостоятельный вид во „Флоре“ приводится *Daphne Juliae,* тогда как это только разновидность *D. cneorum* (Клеопов Ю. Про видову самостійність *Daphne Juliae* Kos-Pol. Вісник Київськ. Бот. Саду, т. VII - VIII. Киев 1928). Затем приводится ошибочно снова *Viola Riviniana* вместо нового вида, установленного Г. Гроссетом, *V. tanaitica* (Г. Гроссет. К систематике и географии фиалок средней полосы Европ. части СССР. Журн. русск. бот. общ., т. 14, № 1, 1929).

Во „Флоре“ не приведены некоторые новые виды для „Флоры“, напр. *Elymus salsugineus* var *glabrior* в Валуйском уезде ЦЧО. (Котов М. Материалы к долине р. Оскола между г. г. Купянским и Валуйками. Журн. русск. бот. общ., т. 16, № 5 - 6, 1931) и находки в том же Валуйском у. — *Cephalaria tatarica* (Котов М. Ботанико-географический очерк лесов окр. сл. Уразово Воронежск г., Валуйск. у. Журн. русск. бот. общ., т. 14 № 2, 1923) и др.

Некоторые виды указаны неверно: напр. совершенно не разделены *Veronica orientalis* и *V. multifida,* тогда как это — два разных растения; *Verbascum rubiginosum* является помесью не *V. nigrum* × *V. phoeniceum*, а *V. orientale* × *V. phoeniceum.*

Все эти недочеты в основном не портят книги, а только нуждаются в исправлении в следующих изданиях.

Книга хорошо напечатана, в хорошем переплете, бумага неважная, опечаток мало Цена высокая. Книга несомненно явится ценным вкладом в изучение „Флоры Средней России“ и прилегающих к ней местностей, хотя следует пожелать следующему изданию такие улучшения: расширить географическую часть местонахождений, провести районирование района флоры по естественно-историческому принципу, указать практическое использование каждого растения в качестве сырья и для чего (пока указываются только лекарственные и ядовитые растения) и, наконец, составить более полную библиографию района Флоры.

М. Котов

1/V 1933.

E. Marion Delf. Experiments with the stipes of *Fucus* and *Laminaria*. The Journal of Experimental Biology. IX, 3. July, 1932.

Автор подвергла сравнительному изучению механические свойства *Fucus*, *Laminaria* и *Ascophyllum*.

Fucus растягивается меньше, сопротивляется растяжению сильнее, нежели *Laminaria* и *Ascophyllum*.

Р. К-р

Plank Max. In: The Proc. of the Physic. Society. 1932.

Проблема причинности, которой посвящена статья знаменитого физика, представляет несомненно глубокий интерес и для ботаника. Как известно, в физике последнего времени появились теории, отрицающие познаваемость причинной связи явлений. Макс Планк выступает в защиту принципа причинности: „We must of course retain our original proposition, that an event is causally conditioned if it can be safely predicted; otherwise we shall lose our only foothold. But we must also adhere to the second proposition, that in not a single case is it possible to predict an event exactly.“(p. 537).

Р. К-р

Damon E. Bioelectric Potentials in *Valonia*. The Effekt of Substituting KCl for NaCl in Artificial See Water. The Journal of General Physiology XVI, 2. November 20, 1932.

Автор исследовал влияние концентрации ионов калия в наружной среде на разность потенциалов наружной поверхности клеток *Valonia macrophysa* и внутренней части клеток, наполненной богатым калием клеточным соком. Из морской воды *Valonia* переносилась в искусственные смеси с различным содержанием KCl (от 0 до 0,5 моля). Разность потенциалов увеличивается при увеличении концентрации KCl и уменьшается при понижении концентрации, изменяясь в каждом случае со временем, что позволяет начертить кривые изменения разности потенциалов, имеющие закономерный характер. Автор изучал также влияние pH употреблявшихся растворов на форму этих кривых.

Изменения разности потенциала автор связывает с обменом ионами между клеткой и наружной средой; исходя из формул Планка или также Гендерсона, устанавливается математическое выражение соотношения концентраций KCl и разностей потенциала; в это выражение входят величины подвижности ионов K, Na и Cl и из него

---

[1] Проводим некоторые, замеченные при беглом просмотре:

Carex caepitosa × moscowensis × V. Krecz.	вместо	C. caespitosa × mosc. V. Krecz.
Juncus communis E. Mey × effusus Ledb,	„	J. c. E. Mey. var. effusus.
Allium acretangulum	„	A. acutangulum
Schoberi maritima	вместо	Schoberia m.
Dianthus dintinus	„	D. diutinus
Ranunculus scelerantus	„	R. sceleratus
Cardamine tenere	„	C. tenera
Cramte Caspera	„	C. aspera
Arabedopsis	„	Arabidopsis
Potentilla sillvestris	„	P. silvestris
Hedysarum Gretaceum	„	H. cretaceum
H. Cmelini	„	H. Gmelini
Lappula defesca	„	L. deflexa

Неверны переводы некоторых названий, напр. Neslia paniculata — Н. поникшая вместо метельчатая, Stenophragma toxophyllum — Г. ядовитый вместо стрелолистный.

Как курьез можно отметить в примечании к *Ribes grossularia* набранное латинским курсивом „duraem“ вместо русского слова „дичает“ *В. Траншель.*

автор вычисляет величину подвижности (относительную) ионов К в протоплазматическом слое клеток *Valonia*.

Таким образом результаты экспериментов автора представляют интерес также и с точки зрения учения о проницаемости плазмы.

Р. К-р

Kylin Harald. Über das Vorkommen von Apfelsäure bei einer Braunalge. Hoppe-Seyl. Zeitschrift, 1931, 197, 7—11. (По реферату D. M. Needham—Cambridge in Physiological Abstracts XVII, 5, 1932).

Автор устанавливает присутствие яблочной кислоты в водной вытяжке из морской водоросли *Desmarestia viridis*. При отмирании водоросли содержащаяся в ней кислота вызывает изменение цвета фукоксантина, который становится сине-зеленым. Для открытия яблочной кислоты водный экстракт обрабатывался двояким образом: 1) на концентрированную водную вытяжку автор действовал этиловым спиртом, с последующей микросублимацией по Тунманну; 2) водная вытяжка экстрагировалась эфиром; яблочная кислота могла быть открыта помощью пробы Чапека (пожелтение с HCl и $FeCl_3$), в то время как лимонная и винная кислоты отсутствовали; присутствие же янтарной кислоты возможно, но не доказано. Общее количество кислот, пересчитанное на яблочную кислоту, равно 3,9% сухого веса.

Р. К-р

ТОМ 18 БОТАНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ СССР № 4 1933
TOME 18 JOURNAL BOTANIQUE DE L'URSS № 4 1933

ХРОНИКА

Одесский государственный ботанический сад им. акад. Д. К. Заболотного

Одесский ботанический сад, как самостоятельная единица, существует с 1926 г. До этого времени Ботанический сад входил в состав бывшего Новороссийского университета, а потом, после реорганизации последнего, некоторое время находился в ведении „Детского городка".

Хотя Одесский ботанический сад формально и называется „садом", однако, фактически он является также научно-исследовательским ботаническим институтом, находящимся в ведении Украинской академии наук, контролирующей и руководящей до известной степени научно-исследовательской его работой, а также работой по подготовке кадров. Директором сада состоит академик Владимир Ипполитович Липский.

В Ботаническом саду имеется две секции: секция морфологии и систематики растений и секция анатомии и физиологии растений. Первой секцией заведует акад. В. И. Липский, а второй—проф. Ф. М. Породко. Всеми делами по подготовке кадров (аспирантура) ведает проф. Г. О. Потапенко.

Главнейшими задачами работы Одесского ботанического сада являются: всестороннее изучение растительности одесской области, разрешение вопросов акклиматизации и натурализации древесных пород с целью распространения их в причерноморских районах.

В течение первой пятилетки в Ботаническом саду производились работы поисков растительного сырья среди местной флоры (каучуконосных, эфироносных. красильных и др. растений). Химическая лаборатория Сада произвела большое количество анализов различного рода дикорастущих и культурных растений на выходы из них эфирных и жирных масел, красок, каучука и т. д.

Анализу между прочим подвергались такие растения: *Dracocephalum moldavica* L., *Salvia sclarea* L., *S. splendens*, *Delphinium consolida* L., *Caragana arborescens* Lam., *Cynanchum acutum* L., *Echium vulgare* L., *Coriandrum sativum* L., *Althaea rosea*, *Melissa officinalis* L., *Sesamum orientale* L. (различные сорта) и мн. др.

Особое внимание было уделено в 1932 г. согласно договору с Украинским кондитерским объединением, вопросам культуры кунжута и добыванию красок для нужд кондитерского производства из растений местной флоры.

Большая работа была произведена в Ботаническом саду по вопросу о добывании из филлофоры (*Phyllophora rubens)* агар-агара и иода. Разрабатывался метод получения одновременно агар-агара и иода. В результате был выработан метод получения прекрасного качества агара, ничуть не уступающего заграничным образцам. Работа с филлофорой производилась на договорных началах с Химсольтрестом.

В течение последних нескольких лет в Саду производились фенологические наблюдения над древесной и кустарниковой растительностью Сада, установившие некоторые интересные закономерности в цветении целого ряда пород. Кроме того, на грядках Сада ежегодно производятся фенологические наблюдения над развитием целого ряда технических, лекарственных, декоративных и других растений.

В Саду производятся также некоторые работы по низшим споровым растениям—изучаются грибные заболевания растительности Сада и флора лишайников. Особенное внимание уделяется в последнее время заболеваниям огородных растений. Эта работа в настоящее время переносится и за пределы Сада.

В течение всего времени существования Ботанического сада в нем производился и производится целый ряд консультаций различным местным организациям по вопросам, например, озеленения города, культуре различного рода растений, повреждения древесины грибами, определению растений и пр.

Из работ секции анатомии и физиологии растений, перешедшей в Сад лишь в 1932 г. из Одесского зоологобиологического института, следует отметить работы по вопросам влияния химической обработки семян на развитие из них растений—по вопросам так называемой химической стимуляции семян. В задачу входило изучение, главным образом причины стимулирующего действия ряда веществ, преимущественно солей, на семена пшеницы, рапса, горчицы и др. а также эффективность действия этих веществ на урожайность.

В план научно-исследовательской работы Одесского ботанического сада во 2-ю пятилетку входят следующие главнейшие вопросы: 1) флористический состав растительности Одещины, 2) натурализация древесных и кустарниковых пород, 3) геоботаническое обследование Одесского района, 4) дикая растительность Одещины как производительная сила, 5) изучение новых технических культур, 6) участие в проведении ботанико-географических посевов, 7) водоросли Черного моря, прилегающих к нему лиманов и пресноводных водоемов, 8) разработка вопросов о химическом, температурном и световом влияниях на семена и на развитие из них растений, 9) влияние условий культуры на различные растения, выделенные из дикой флоры Одещины и оказавшиеся пригодными для введения их в культуру и 10) грибные заболевания растений Одещины.

Предполагается, что в ближайшее время Одесский ботанический сад должен влиться, как научно-исследовательская самостоятельная единица, в состав вновь организуемого в г. Одессе университета.

Б. Аксентьев

Одесса.
29/III-1933.

Редактор *В. Л. Комаров* Техн. редактор *И. Нурмсон*

Ленгорлит № 22709. Медгиз № 50/л. Сдано в производство 4/VIII 1933 г. Подписано к печати 7/X 1933 г. 6¼ л. Ст.-ф. 68×100. Печ. знак. в 1. бум. л. 130.276. Тираж 675.
Заказ № 1337.